

1.3. Exploración mediante sondaje

1.3.1. Objetivos de trabajo

Como se indicó en el artículo anterior se captaron las anomalías de PI en las partes bajas profundas de entre las estaciones 3 y 4, y las 7 y 9 del perfil C del estudio geofísico.

Para comprobar estas anomalías de PI se efectuaron 3 sondajes a lo largo del perfil.

1.3.2. Métodos, equipos y trabajos realizados de los sondajes

(1) Método de perforación

El nivel de gravas se perforó con el sistema de "Wire-line" de diamante tipo NQ, luego se expandió misma parte con brocas de tricono de $4\frac{3}{4}$ " y $3\frac{7}{8}$ " por consolidación muy baja y especialmente en profundidad entre 50m y 60m con gravas duras y matriz de arenas muy blandas. Luego se instaló tuberías de casing de tipo HW y NW.

El nivel más profundo que 50m a 60m en donde se aumentó consolidación y disminuyó derrumbe, se perforó con el sistema de "Wire line" de diamante de tipo NQ con recuperación de testigo.

En la Fig. II-7 se señala el método de perforación.

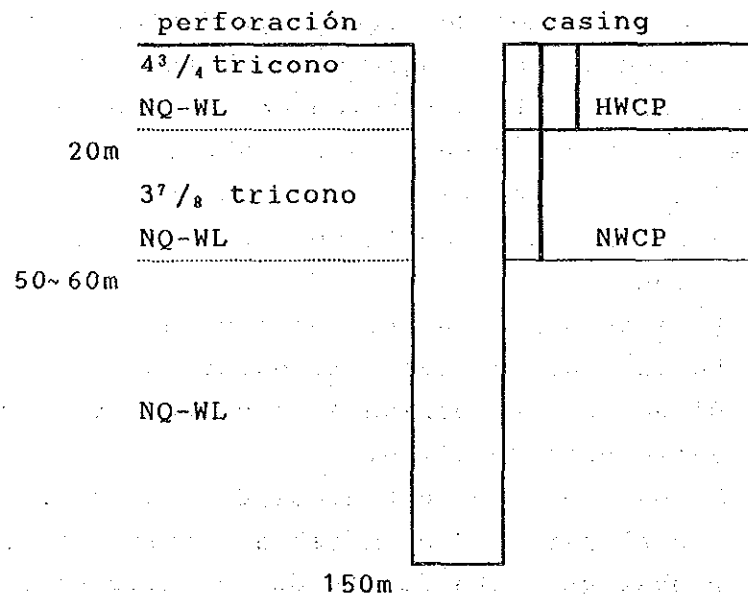


Fig. II-7 Método de perforación.

(2) Equipos de sondaje

Los tipos y especificaciones de maquinaria y bomba se indican en la Tabla II-2.

(3) Trabajos realizados

Ubicación de los sondajes

En la Tabla II-3 y la Fig. II-2 se indican la ubicación, orientación e inclinación de los sondajes perforados.

Tabla II-3 Ubicación, orientación e inclinación de los sondajes

Sondaje	Latitud(m)	Longitud(m)	Cota(m)	Azimet	Inclinación
NJC-16	7.164.365	364.155	754	257°00'	-60°
NJC-17	7.164.350	364.095	752	257°00'	-60°
NJC-18	7.164.270	363.700	735	257°00'	-60°

Resumen de sondajes

El resumen de los sondajes se indica en la Tabla II-4.

Nº Sondaje	Prof. en programa (m)	Prof. real izado (m)	Nivel de gravas (m)	Longitud de testigo (m)	Rendimiento (%)	Periodo de perfor.
NJC-16	150	150,50	104,40	91,50	98,0	28/agt. a 2/sep.
NJC-17	150	150,50	104,60	91,00	94,3	13/sep. a 18/sep.
NJC-18	150	150,50	113,80	86,80	92,8	5/sep. a 10/sep.

El rendimiento promedio en este área fue de 9,0m por turno, y la recuperación promedio de testigos fue un 95,0%, excepto en el suelo superficial y en las gravas donde se usaron las brocas de tipo tricono.

El transporte por tierra dentro del país, de los equipos y materiales para la perforación se realizó en dos camiones grandes, y se usaron camionetas para el traslado entre sondajes. La agua

Tabla I -2 Equipos de sondaje

Modelo y nombre	Especificaciones	Cantidad
<p>Maquina sondeadora Modelo:RK-3A (Koken Boring Co.)</p> <p>Unidad de fuerza Modelo:F3L912 (Mitsui-Deutsch Co.)</p>	<p>Capacidad: 500m/NQ-WL Medidas netas: 2,260mm×1,050mm×1,560mm (Largo) (Ancho) (Altura) Peso:1,300kg (sin motor) Tecla:Capacidad max.3,000kg Velocidad del eje:70,170,305,500rpm</p> <p>Motor Diesel Revoluciones:1,800rpm Potencia:38ps~42ps</p>	1 Unidad
<p>Bomba de sondeo Modelo:MG-15h (Koken Boring Co.)</p> <p>Unidad de fuerza Modelo:NFD150EK (Yanmer Diesel Co.)</p>	<p>Medidas netas: 2,420×840×1,140 Peso:695kg(sin motor) Diametro del piston:68mm Capacidad:130ℓ/min. Presion max.:40kg/cm²</p> <p>Motor Diesel Revoluciones:2,400rpm Potencia:13.5~15.0ps</p>	1 Unidad
<p>Mezclador de barro Modelo:MCE-200A (Tone Boring Co.) Unidad de fuerza Modelo:NS-50C (Yanmer Diesel Co.)</p> <p>Tecla de wireline Modelo:NWL-5 (N.E.D. Co.)</p>	<p>Capacidad efectiva:200ℓ Peso:180kg(sin motor)</p> <p>Revoluciones:2,400rpm Potencia:Max.6.0ps</p> <p>Peso:50kg(sin fuerza) Capacidad:400m/5mm Potencia:5ps</p>	1 Unidad

Modelo y nombre	Especificaciones	Cantidad
Unidad de fuerza Modelo: NS-65CG (Yanmar Diesel Co.)	Revoluciones: 2,400rpm Potencia: 6~7ps	
Bomba de agua Modelo: U-40KL (Tsurumi Pump Co.)	Peso: 14kg(sin motor) Capacidad: Max. 0.13m ³ /min. 0.4kw	1 Unidad
Generador Modelo: YSG3000B (Yanmar Diesel Co.)	Capacidad: 2.7~3.05KVA Voltaje: 100V Corriente electrica: 27~30.5A	
Tripode Modelo: PD-9.5KC (Koken Boring Co.)	Peso: 1,800kg Capacidad de carga max.: 4,000kg	
Herramientas de sondeo	Barra de sondeo: 85mmWR-3m NQWL-3m BQWL-3m Barra HW-3m NW-3m BW-3m	20 piezas 70 piezas 60 piezas 12 piezas 31 piezas 56 piezas

que fue necesario para los trabajos de perforación se compró de la oficina municipal de servicios de la Ciudad de Taltal a unos 25km de distancia. El transporte de agua se hizo en un camion aljibe de 10m³ de capacidad.

Los testigos se guardaron en bodega del SERNAGEOMIN en Antofagasta y se entregaron a la institución de contraparte.

1.3.3. Descripciones de los sondaje

(1) Sondaje MJC-16 (Ver la Fig. I-8)

0 ~ 104,4m : Consiste en gravas no consolidadas de color gris pardo. El tamaño promedio de las gravas varia de 1 a 3cm, raramente de 10 a 15cm.

Los clastos son de forma subangular a subredondeada, mal seleccionados, y consisten principalmente en granitoides con escasas cantidades de basalto, cuarcita, arenisca roja y andesita roja, muy raramente con fragmentos de veta de limonita-cuarzo.

La matriz consta de arenas de tipo arcósico con grano grueso, acompañados de poca cantidad de arcilla a menor profundidad que 50 m. Además, están esparcidos granos de magnetita de tamaño entre 0,2 a 1,0mm están esparciados.

Se considera que las gravas correspondan a los sedimentos aluviales del Cuaternario (localmente Terciario?).

104,4 ~ 150,5m : Esta parte corresponde a una gruesa capa de conglomerados de color rojo, y de muy alta consolidación, con intercalación de una escasa cantidad de areniscas delgadas.

Los clastos principales de conglomerado son de andesitas en color rojo con escasa cantidad de granitoides y tobas verdosas. La mayoría de los clastos tiene de 1 a 3cm de tamaño, raramente de 20 a 30cm, con forma subangular a subredondeada.

La matriz consiste principalmente en gránulos de grano fino, de 2 a 5mm de tamaño, que constan de andesitas, granitoides, feldespatos, cuarzos y magnetitas, con escasas arenas y muy raros limos.

Esta capa de conglomerado correspondería a una parte de la unidad sedimentaria marina del Cretácico. En esta capa de conglomerado no se observa casi ninguna fractura, ni zona de brechización, ni falla.

No se presenta ninguna mineralización en las gravas. Se presentan vetas y stockworks de calcita con pequeña cantidad de hematitas en la capa de conglomerado situada bajo los 104,4m. Entre los 133,2m y 136,4m estas vetas presentan una densidad de entre 16 a 20 vetas por metro mayor que en otros sectores. La potencia de las vetas está comprendido entre 0,2 a 2,0cm.

Las leyes de muestras representativas se indican a continuación:

No.muestra	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
16-5 vtll.calcita	<20	0,2	22	12	67
16-6 vtll.calcita y clasto verde	<20	0,2	21	10	107
16-7 vtll.calcita y hematita	<20	0,2	46	9	70
16-8 vtll.calcita	<20	<0,1	11	6	13
16-9 vtll.calcita	<20	<0,1	21	8	42

(2) MJC-17 (Ver la Fig. #8)

0 ~ 104,6m : Se forma de gravas completamente idénticas a las del sondaje MJC-16.

104,6 ~ 150,5m : Consta de conglomerados rojos similares a los de sondaje MJC-16 bajo los 104,4m.

Están intercaladas sólo 2 capas delgadas de arenisca con 3cm y 30cm de espesor a profundidades de 140,5m y 149,6m. En estas capas se presenta estratificación con un ángulo de 45° respecto del eje de sondaje.

3 zonas de brechización se observaron en este sondaje a los 112,1m, 143,6m y 145,3m, teniendo 0,1m 0,2m y 1,5m de ancho, respectivamente, y todas acompañadas de espejo de falla.

No se presenta ninguna mineralización en el nivel de gravas de este sondaje salvo clastos de vetas con limonita-cuarzo, que muy raramente se detectaron.

Como en el caso del sondaje MJC-16, se observan vetillas y/o stockworks de calcita en el conglomerado, siendo más notable su presencia en los tramos entre los 113,5m y 122,0m y entre los 141,0m y 149,6m, con 8 a 10 vetillas por metro, mientras que de 3 a 4 vetillas por metro es la frecuencia en otras partes.

La potencia de vetillas varía entre 0,5cm y 2,0cm, y las vetillas se inclinan en ángulos de 45° a 80° respecto del eje de sondaje. No se observa ningún mineral acompañante.

Las leyes de los testigos representantes cuyo muestreo se realizó en los puntos donde se observó un desarrollo relativamente denso de calcita se indican a continuación:

No. muestra	profundidad	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)
17-3	107,6-108,6	<20	0,2	10	10	220
17-4	144,2-145,2	<20	0,3	11	8	210
17-5	149,0-150,0	<20	0,3	17	10	220

(3) MJC-18 (Ver la Fig. II-8)

0 ~ 113,8m : Consta de gravas no consolidadas cuyas características son idénticas a las de los anteriormente dichos dos sondajes.

113,8 ~ 150,5m : Se desarrolla el estrato de conglomerado similar a los dos sondajes anteriores.

En el estrato de conglomerado están intercaladas tres capas de areniscas de grano grueso con un espesor de 5cm, cuya inclinación es 10° respecto del eje del sondaje. No se observa ninguna falla, ni zona brechizada.

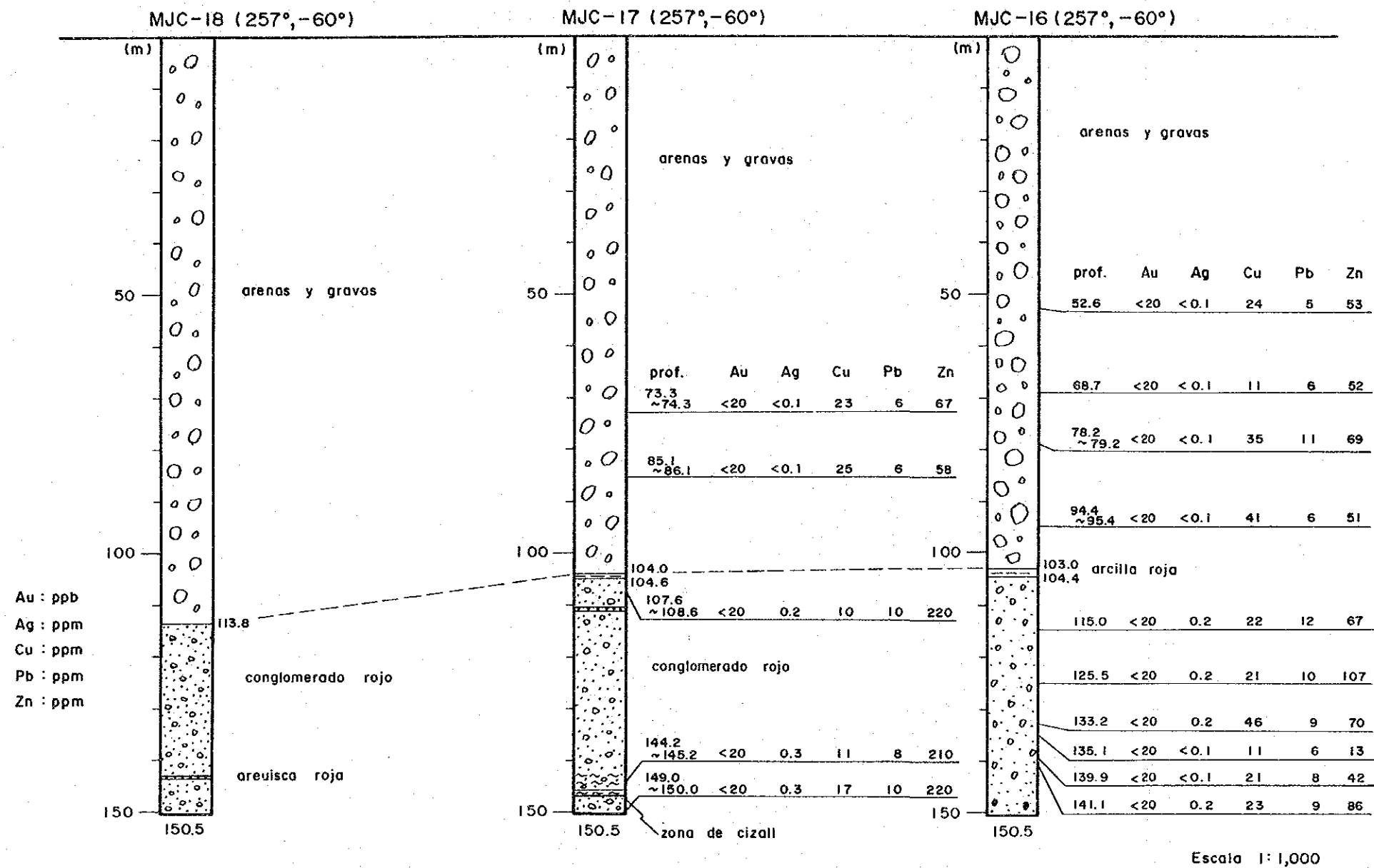


Fig. II -8 Columnas geológicas de los sondajes, área No.22-23

No se observa ninguna mineralización en el nivel de gravas de este sondaje. Como en el caso de los anteriormente mencionados dos sondajes, se observa vetillas de calcita con una potencia de 0,5 a 1,0cm, a partir de los 126m hasta el fondo. Su frecuencia se reduce considerablemente en comparación con los 2 sondajes anteriores. Además no se observa en este sondaje ningún stockwork. La inclinación de las vetas varía de 5° a 15° con respecto del eje de sondaje.

1.4. Consideraciones

1.4.1. Geología y estructura

Se suponía que existieran capas de caliza relacionadas con engordamiento del yacimiento bajo de los sedimentos cuaternarios, cuya elongación es NNW-SSE. Sin embargo, ningún sondaje cortó capas de caliza, por lo tanto se supone que han sido erosionadas, con excepción de los sectores en que se desarrollan domos en las cercanías de los yacimientos Unión y Atahualpa. El estrato de gravas cuaternarias que se distribuye en la parte más baja de la quebrada del Pingo es más potente que lo que se esperaba, llegando aproximadamente a 85m en la vecindad de los sondajes MJC-16 y MJC-17, y aproximadamente a 100m en la vecindad del sondaje MJC-18, y su espesor aumenta hacia el oeste.

De acuerdo al tipo de clastos y de matriz de las gravas, este estrato corresponde a sedimentos aluviales, que procedieron de granitoides del Cretácico y de cuarcitas del Paleozoico (Naranjo y Puig, 1984), distribuidas en la parte más alta de la quebrada del Pingo (fuera del área) y se supone que la distancia de transporte de las gravas sería corta por la redondez de las gravas, tamaño del grano y su grado de selección (dentro de 10km).

La unidad cretácica presentaría un pliegue de ondulación suave con un eje sinclinal de orientación NNW-SSE en la parte central del área, y presenta un domo en las cercanías de los yacimientos Unión y Atahualpa.

1.4.2. Yacimientos

Como se mencionó anteriormente, el espesor del estrato de gravas es 85m a 100m en el sector I (la parte más baja de la quebrada del Pingo. En consecuencia, no obstante de que hubiera un yacimiento, éste habría sido erosionado en su parte superior en la mayor parte de la zona de plata, quedando la zona de cobre de

la zona inferior del yacimiento.

Se considera que la cantidad de erosión en los sectores II y III no es más grande que la del sector I, de acuerdo a que se encuentran muy cerca afloramientos de conglomerados que corresponden a los del mismo nivel de los conglomerados de los sondeos.

Existe muy poca posibilidad de encontrar yacimiento nuevo de dimensión similar a la de yacimiento Unión, bajo de otros perfiles geofísicos, debido a que no ha encontrado ninguna mineralización bajo del perfil C, el más favorable. Pero, no se sabe sobre la existencia de un yacimiento de pequeña dimensión que sea inferior a la resolución de PIE o PI (es decir, una potencia de yacimiento menor a 30m).

Se presentan varias vetillas de calcita sin mineralización alrededor del yacimiento Unión, por lo tanto el sector de los sondeos MJC-16 y MJC-17 correspondería a la parte marginal de este yacimiento.

En la cercanía del perfil C no aparece la capa calcárea que habría permitido un enganchamiento de yacimiento Unión, y debajo de otros perfiles sucedería lo mismo, lo cual indicaría que no se podría esperar un gran tamaño en otro yacimiento aunque se encuentre.

1.4.3. Relación entre el resultado del estudio geofísico y el resultado de la exploración mediante sondeos

Como se indica en la Fig. I-9, las zonas de anomalía geofísica por simulación están ubicadas en la parte central del estrato de gravas, distribuyéndose concordantemente a la estratificación del mismo. La consolidación del estrato de gravas es más baja en la parte superior a 50m de profundidad, con alta porosidad aparente, mientras la consolidación es más alta en la parte inferior.

Este límite entre diferente grado de consolidación coincide casi con el límite inferior de las zonas de anomalía geofísica por simulación.

De acuerdo a lo escrito anteriormente, la fuente de las anomalías geofísicas estaría relacionada con los sedimentos cuaternarios.

Comparando estas fuentes con los resultados obtenidos del estudio geofísico, la fuente, más favorable, de anomalía de PI, corresponde a fragmentos de granitoides que contienen magnetita en

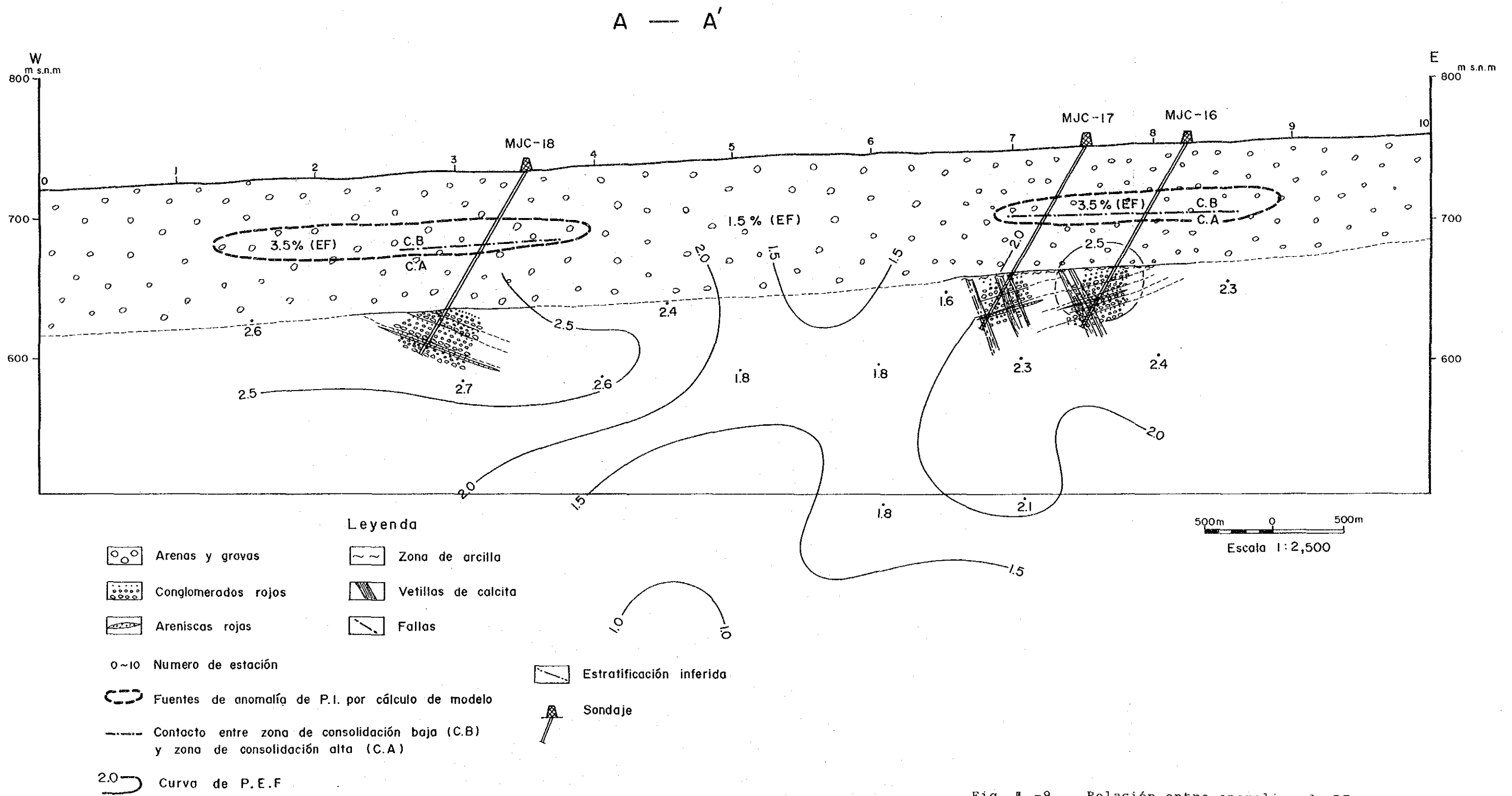


Fig. 1 -9 Relación entre anomalías de PI por simulación y geología

sectores con alta porosidad. Es decir, la fuente de dos anomalías obtenidas de PI en el perfil C correspondería a los sedimentos cuaternarios con alta porosidad y con los granos de magnetita, procedentes de los granitoides que afloran al este, fuera, del área estudiada.

Capítulo 2. Area B

2.1. Geología y yacimientos

2.1.1. Geología

Esta área está situada a una zona de transición entre la Depresión Central y la Pre-Cordillera de Los Andes, distribuyéndose predominantemente rocas volcánicas del Cretácico superior y del Terciario inferior.

Una actividad volcánica andesítica que ha ocurrido en el Cretácico superior, produjo abundantes flujos de lava. Las lavas andesíticas tienen una textura afanítica, de color verde oscuro. Posteriormente a esta actividad volcánica, se produjo una energética intrusión de dioritas.

Después de que terminó esta actividad intrusiva existió un período corto de erosión.

Al llegar al Paleógeno la actividad volcánica de composición dacítica ocurrió energicamente y se produjo la erupción de abundantes rocas piroclásticas dacíticas.

La parte superior de la unidad dacítica está constituida por tobas soldadas de color gris a gris verdoso y por tobas pumíticas, mientras, la parte inferior de esta unidad está constituida predominantemente por tobas de lapilli de color rojo con intercalaciones de delgadas coladas de lavas dacíticas.

Todas las rocas dacíticas tienen numerosos cristales de cuarzo.

Posteriormente a ésta actividad dacítica intruyeron stocks dacíticos principalmente en el sector oeste del área estudiada.

Después, diferentes etapas de actividad volcánica dacítica o andesítica continuaron intermitentemente hasta la segunda mitad del Terciario. El centro de esta actividad volcánica se había trasladado hacia el oeste, fuera del área estudiada, y en ésta sólo se presentan diques pequeños que corresponden a algunos producidos sincrónicamente a la actividad volcánica.

En el período cuaternario la actividad volcánica decayó y

comenzó la época de erosión, con la depositación de gran cantidad de sedimentos fluviales y coluviales, los cuales cubrieron a las secuencias pre-cuaternarias (ver Figs. II-10 y II-11).

2.1.2. Estructuras

La estratificación de las unidades efusivas no es clara, sin embargo, en base a la geología regional se supone que las unidades cretácica y paleogena estarían inclinadas suavemente al este.

Además, los resultados de los sondeos indicarían que la unidad paleogena presentaría pliegues de ondulación suave con un eje longitudinal de dirección N-S (ver la Fig. II-12).

En el área habrían tenido lugar dos movimientos de falla sucesivos. El primero de dirección N-S, y el segundo de dirección E-W.

El movimiento de falla del primer período estaría directa o indirectamente relacionado con la formación del yacimiento Cachinal de la Sierra.

La falla N-S no tiene afloramiento y se supone que ella sería de tipo normal generando un desplazamiento vertical. El lado este de la falla se hundió y el lado oeste ascendió respecto del anterior.

La falla E-W posterior a la mineralización es de tipo transformacional generando un desplazamiento horizontal.

Esta falla E-W no se observa en superficie sino sólo en la mina y habría desplazado horizontalmente las vetas en varias partes.

Varias fallas paralelas de este tipo se desarrollan en todo el área de estudio, desplazando siempre bloques al este.

2.1.3. Mineralización

En el área estudiada existe un yacimiento tipo vetiforme, con mineral de plata, principalmente, que se llama Cachinal de la Sierra, actualmente en explotación.

Historia y producción de la mina

1862 ? : Descubrimiento del yacimiento, según Vicuña Mackenna (1882)

1880-1930 : Una compañía alemana (Descubridora de la mina Cachinal) explotó mineral de plata en 15 vetas. La longitud de la veta explotada alcanzó a 1.500m

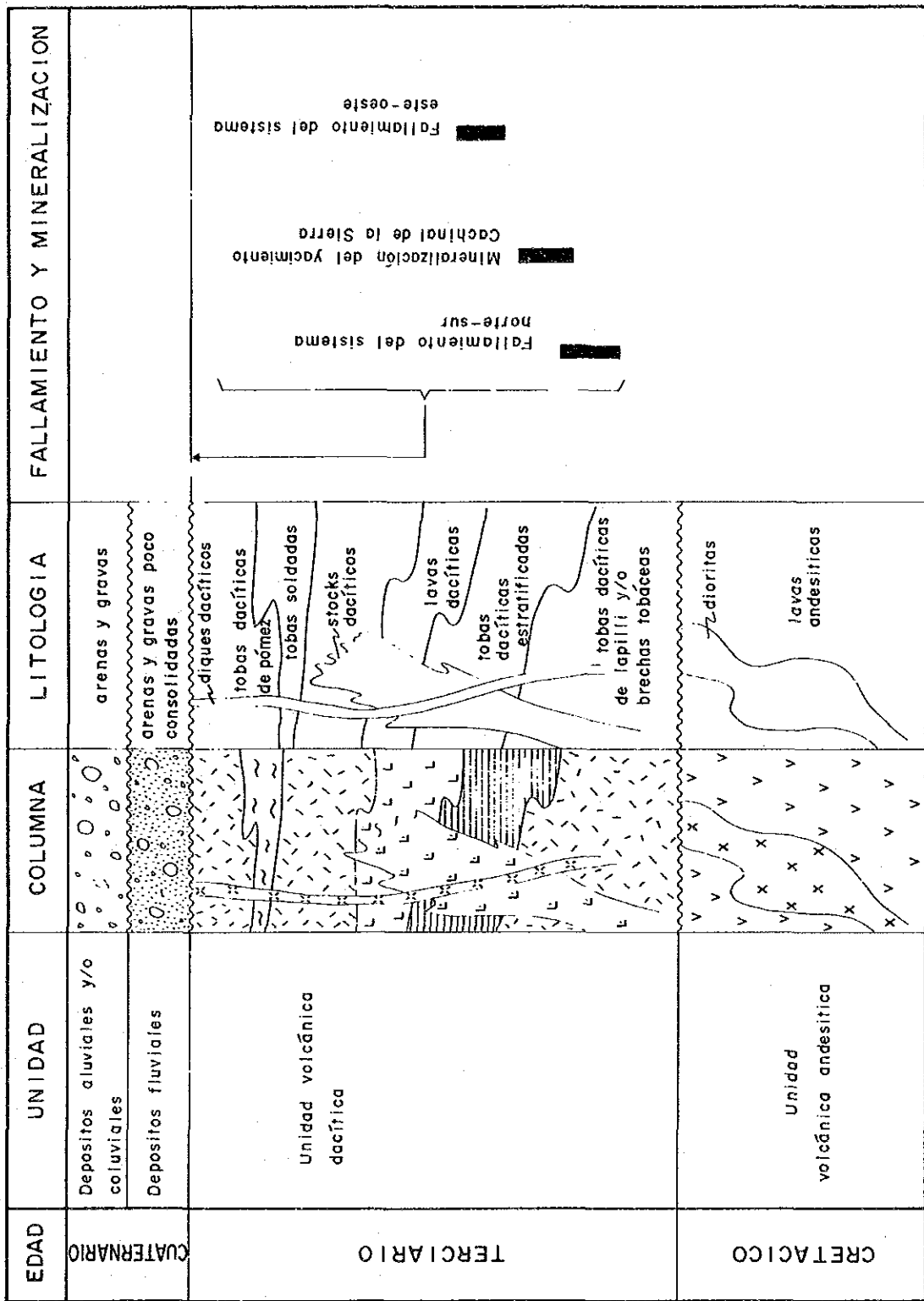
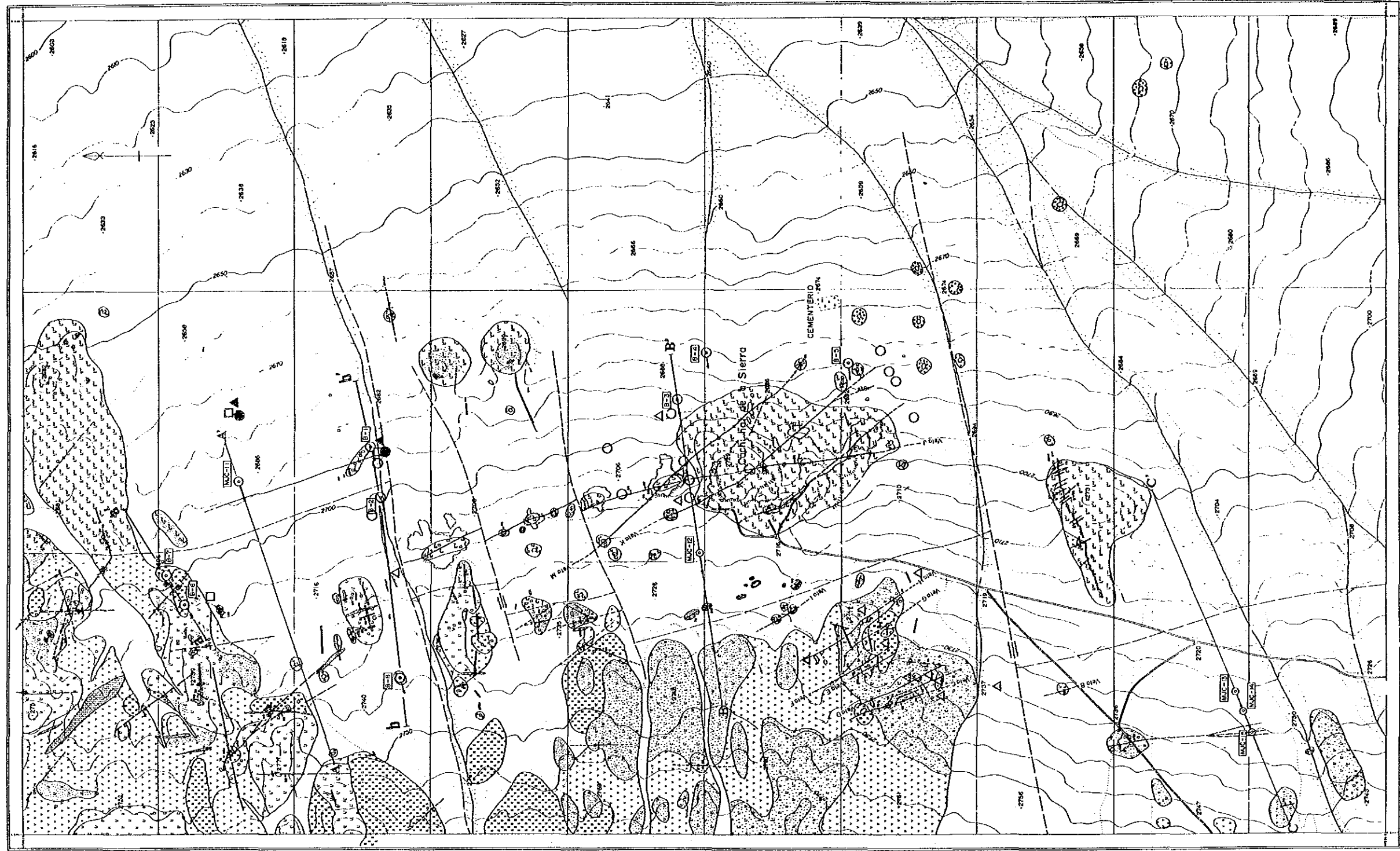
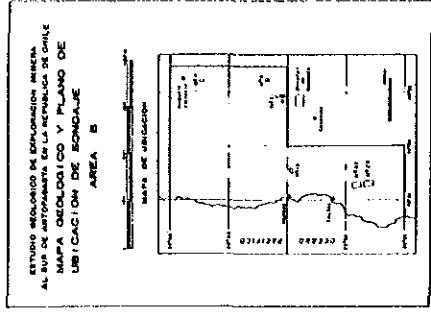


Fig. 1-10 Columna geológica generalizada del área B



- LEYENDA**
- Dióxido de silicio (limbo y granos)
 - Sedimentos cuaternarios (compresivos)
 - Dunas marítimas
 - Síntesis de arena
 - Tercera unidad sedimentaria de tipo calcáreo y de pánfilos calcáreos
 - Tercera unidad
 - Quartzita
 - Arborescencia de arena
 - Sedimentación y explotación media
 - Vetas
 - Sedimentos de cuarzo
 - Fallas orientadas
 - Fallas inversas
 - Pisos
 - Tirachinas
 - Sonajes de terreno firme
 - Sonaje de seguridad base
 - Feriles
 - Acomodo geotécnico por de IQ (ENMAN, 1980)
 - Acomodo geotécnico de Aq-Cu-As (ENMAN, 1980)
 - Acomodo geotécnico de Au (LICA, MMAL, 1985)
 - Acomodo geotécnico de Ag (LICA, MMAL, 1985)
 - Acomodo geotécnico de Cu (LICA, MMAL, 1985)

Fig. 1-11 Mapa geológico, área B

; la profundidad desarrollada fue de 150m. La producción por mes alcanzó a 100kg de plata. La máxima producción mensual, entre 1920-1930, fue de 5.000kg de plata. Producción total en este periodo: más de 1.000 toneladas de plata (mineral crudo : 1.000.000 a 1.500.000 de toneladas). Ley de mineral crudo : 700g/t.

1930-1978 : Mina paralizada. En este periodo, la Cia Minera Chañaral-Taltal (Chatal) consiguió la propiedad minera. En 1970, ENAMI y CORFO absorbió esta Compañía. En este periodo esta empresa realizó prospecciones.

1978 : La Compañía CHATAL comenzó a producir nuevamente : 60.000 ton con leyes de 300g/t.

Enero de 1986 : CHATAL explota el mineral a través de contratistas.

Dimensión del yacimiento

Como se indica en la Fig. I-11, este yacimiento tiene más 20 vetas, dividiéndose en vetas con corrida mayor que 500m (se llaman más adelante vetas grandes), y con corrida menor que 500m (se llaman pequeñas vetas).

La primera solo presenta 4 vetas.

Todas las vetas se desarrollan dentro de un área de 5 (N-S) por 2km (E-W). Las vetas grandes se concentran en el sector central del área, en cambio las vetas pequeñas, alrededor de las vetas grandes, especialmente en los sectores oeste y norte.

Por no tener denominación clara, en el presente estudio se las ha identificado mediante letras de alfabeto, en forma correlativa, desde la parte occidental a la oriental. Entre paréntesis se indican los nombres dados por ENAMI (1980).

Las vetas principales son 14, de A a N. Dentro de ellas, la veta mayor es la veta J (veta Carmen).

Las vetas grandes (de veta J a veta M) presentan 2 direcciones preferenciales: unas con rumbo N° 10W y otras N° 30W, con inclinaciones 60-80° E respectivamente.

Las rocas huéspedes son principalmente rocas piroclásticas.

Sus dimensiones se indican en la Tabla I-5.

En el interior de las vetas se presentan brechas de la roca huésped, cuya matriz tiene minerales y ganga.

Tabla II -5 Características del yacimiento Cachinal de la Sierra

Nombre de Veta	Rumbo	Manteco	Dimencion de la veta reconocida y inferida		Potencia (m)	Ley							Descripciones
			Longitud	Profundidad		Au(ppb)	Ag(ppm)	Mo(ppm)	Cu(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	As(ppm)	
A	N17°W	75°-80°NE	Pique	100	0.5-0.8	3.5ppm	>500	1	340	34.80%	9.11%	16	-100ML (1 muestra buena)
B	N22°W	75°-80°NE	680	-	0.5-0.8	-	-	-	-	-	-	-	-
C	N20°W	80°NE	240	-	0.5-0.8	-	-	-	-	-	-	-	-
D	N20°W	85°NE	300	-	0.5-0.8	-	-	-	-	-	-	-	-
E	N20°W	80°SW	430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	N20°-20°W	85°NE	750	130	1.0-5.0	-	250	-	-	-	-	-	-
G	N33-10°W	78°-87°NE or 80°SW	890	20	0.5-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
H	N20°W	70°NE	1,300	25	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
I	N24°W	-	450?	poca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J	N10°-20°W	60-80°NE	1,950	150	1.0-2.0	1.5ppm	>500	<1	0.13%	2.37%	1.59%	108	-66ML (1 muestra buena)
"					-	400	211	<1	72	703	4.967	44	-100ML(4 muestras)
"					0.6	60	64	<1	102	390	690	44	-146ML(1 muestra)
"					0.7	2.1ppm	711	-	-	0.89%	0.43%	-	3 muestras (ENAMI, 1980)
K	N45°W	75°NE	500	-	0.9	0.1ppm	390	-	-	0.79%	0.44%	-	6 muestras (ENAMI, 1980)
"					-	200	79	<1	91	255	225	23	-20ML (1 muestra)
L	N20°W	-	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M	N45°W	68°NE	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	N15°W	-	pique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Las vetas pequeñas se distribuyen en tres sectores : norte, oeste y sur. En el sector sur se desarrollan las vetas A-I y en los sectores norte y oeste se desarrollan vetas sin nombre.

Los rumbos generalmente son de $N40-50^{\circ}W$ y las inclinaciones comunmente son entre $70-80^{\circ}W$.

Como se indica en la Tabla I-5, la corrida de vetas varia entre 200 y 300m. La profundidad no es clara.

La roca huésped consiste principalmente dacita de un stock y, localmente en diorita y andesita.

Estas vetas pequeñas tienen una estructura distinta a las vetas grandes. Están constituidas por numerosas vetillas y por estructuras tipo stockwork.

Minerales en las veta

La mineralogía de ambos tipo de veta es similar.

a.) Minerales de mena

Galena argentífera, esfalerita, anglesita, oxidados de cobre, covelina, y pequeñas cantidades de calcopirita, polibasita, proustita, plata nativa y cloragirita.

b.) Minerales de ganga

Cuarzo, hematita, limonita y escasa piritita.

Leyes de veta

Las leyes de veta se indican en la Tabla I-5.

Alteración hidrotermal

Las características de distribución y combinación de los minerales de alteración, permiten resumir lo siguiente : Existe una zonación de la alteración desde el centro de las vetas hacia la periferia en la siguiente forma :

Zona I : cuarzo-pirofilita(dentro de la veta)

Zona II : coalín-(sericita y yeso)

Zona III : sericita-clorita-(yeso)

Zona IV : montmorillonita-yeso-(sericita y clorita)

Zona V : ceolita

Zona VI : sin alteración

Las zonas I y II se presentan, generalmente, dentro de la veta y hasta 50 m de ella. Las zonas III y IV están presentes sólo en algunas vetas.

Temperatura de emplazamiento del yacimiento

Se estudiaron 6 muestras(5 muestras de sondaje B-1 y 1 muestra de afloramiento de la veta E) para determinar las temperaturas de homogenización y la salinidad de las inclusiones fluidas en cuarzo de las vetas. Los valores medidos se indican en la Tabla I-6.

El tipo principal de las inclusiones corresponde a la fase líquida.

La temperatura promedio en las 5 muestras varía entre 195,1 y 219,1°C aumentando en profundidad. Se estimó que la gradiente de la temperatura es de 70° por cada 100m de profundidad.

Las diferencias relativamente altas de temperatura, indicarían que los flúidos mineralizadores habrían sufrido un abrupto cambio

de temperatura. Los valores obtenidos son similares a aquellos de yacimiento vetiformes del Terciario Superior en Japón formados en subsuperficie (180~ 250°C, Enjoji. Takenouchi 1976).

Ademas, la temperatura promedio de 33 inclusiones flúidas y la salinidad en 7 inclusiones de cuarzo en la veta " E" ubicada al oeste de la falla inferida N-S, es de 215°C y de 1%wt (equivalente a NaCl) respectivamente. La temperatura es semejante a la de las inclusiones obtenidas en el sondaje B-1 (63,9m de profundidad) que es un argumento adicional para inferir que las vetas localizadas al oeste de la falla corresponden a un nivel más profundo que aquellas ubicadas al este de la estructura.

La salinidad de 1,0 wt% es similar a la de los yacimientos de oro y plata, formados subsuperficialmente en el Terciario Superior de Japón (Enjoji. Takenouchi, 1976).

2.2. Estudio geoquímico

2.2.1. Muestreo

Se tomaron 208 muestras de roca.

2.2.2. Elementos indicativos y valores de anomalia

Como elementos indicativos se determinaron 5 que son los siguientes : Au, Ag, Cu, As y Mo, por las características geoquímicas del yacimiento.

Los valores de anomalia de cada elemento se determinaron de acuerdo a las siguientes bases :

Au y Mo : el limite superior de "background" de Au y de Mo es equivalente a 2x. El x es el valor promedio de "background".

Ag : el limite superior de "background" es equivalente a un valor de menor a 5ppm de Ag que corresponde a un valor cercano antes de la disminución extrema de la distribución en el histograma.

Cu y As : en base de un tratamiento estadístico se determinaron un valor de $M + \delta \leq$, como valor de anomalia.

Clasificación de anomalía

Elementos	Au(ppb)	Ag(ppm)	Cu(ppm)	As(ppm)	Mo(ppm)
Anomalia Clase A	6 (≥60)	20 (≥15)	2 (≥699)	2 (≥148, 1)	14 (≥10, 5)
Anomalia Clase B	4 (60>, 40≤)	3 (15>, 10≤)	(699>, 144, 5≤)	1 (148, 1>, 75, 3≤)	1 (10, 5>, 7, 0≤)
Anomalia Clase C	2 (40>, 20≤)	7 (10>, 5≤)	38 (144, 5>, 29, 9≤)	16 (75, 3>, 38, 3≤)	5 (7, 0>, 3, 5≤)

2.2.3. Distribución de anomalía geoquímica de cada elemento

La distribución de anomalía geoquímica de cada elemento se indicó en la Fig. #-11.

2.3. Exploración mediante sondaje

2.3.1. Objetivos de los sondajes

Se realizaron 13 sondajes durante dos años con los objetivos de comprobar anomalías geoquímicas obtenidas por el estudio geoquímico de la primera fase, de reconocer la prolongación de las vetas conocidas y de reconocer la existencia de vetas nuevas paralelas a las vetas conocidas.

Los objetivos de cada sondaje son los siguientes:

- B-1 : reconocer la prolongación norte de la veta J
- B-2 : comprobar las anomalías geoquímicas
- B-3 : id
- B-4 : id
- B-5 : reconocer la prolongación vertical de las vetas K (veta Arturo Prat) y N (veta Esperanza)
- B-6 : buscar vetas nuevas paralelas a las vetas conocidas
- B-7 : id
- B-8 : reconocer la prolongación horizontal de la veta K
- MJC-11: comprobar una posible extensión hacia más norte de la veta de cuarzo argentífero que se detectó en el sondaje B-1 realizado en el segundo año del proyecto, la cual sería la parte prolongada hacia el norte de la veta J.
- MJC-12: comprobar la existencia de una nueva veta a lo largo de la falla inferida.
- MJC-13, 14 y 15: reconocer la prolongación sur de la veta A.

2.3.2. Métodos, equipos y trabajos realizados de los sondajes

(1) Método de perforación

El nivel de gravas se perforó con brocas de tipo tricono de 4³/₄" y 3⁷/₈" sin recuperación de testigos, y luego instaló los "casing" de tipos HW y NW. Cuando se llegó a la roca dura, se perforó con brocas damantinas de tipo NQ (79mm de diametro) ("wire-line"), con recuperación de testigos (Ver la Fig. I-12).

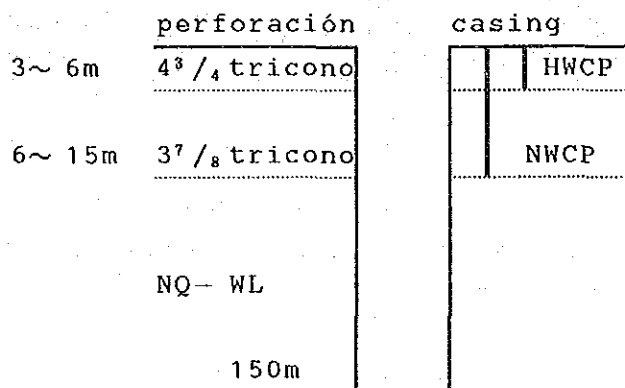


Fig. I-12 Método de perforación

(2) Equipos de perforación

La maquina de perforación y la bomba ect. se usaron las mismas de las del área No. 22-23.

Los equipos y especificaciones del sondaje se indican en la Tabla I-2.

(3) Trabajos realizados

1) Ubicación de los sondajes

En la Tabla I-7 y la Fig. I-11 se indican la ubicación, orientación e inclinación de cada sondaje perforado.

Tabla II-1 Ubicación, orientación e inclinación de los sondajes

Sondaje	Latitud(m)	Longitud(m)	Cota(m)	Azimut	Inclinación
B-1	7.239.756	446.402	2.688	248°	-65°
B-2	7.239.688	446.238	2.700	248°	-65°
B-3	7.238.600	446.594	2.692	262°	-65°
B-4	7.238.495	446.767	2.683	264°	-70°
B-5	7.237.985	446.723	2.686	264°	-65°
B-6	7.240.413	445.845	2.708	244°	-65°
B-7	7.240.476	445.964	2.697	244°	-65°
B-8	7.239.610	445.572	2.737	246°	-65°
MJC-11	7.240.200	446.296	2.687	254° 30'	-60°
MJC-12	7.238.515	446.030	2.718	265° 30'	-60°
MJC-13	7.236.550	445.506	2.727	250° 00'	-60°
MJC-14	7.236.525	445.440	2.729	250° 00'	-60°
MJC-15	7.236.492	445.370	2.730	250° 00'	-60°

2) Cantidad de trabajos realizados

El resumen de los sondajes realizados se indica en la Tabla II-2 a continuación:

Tabla II-8 Resumen del trabajo mediante sondaje en el área B

No. Sondaje	Prof. en programa (m)	Prof. rea- lizado (m)	Nivel de gravas (m)	Longitud de testigo (m)	Rendimiento (%)	Periodo de perf- oracion
B-1	100	102,00	2,70	97,20	97,9	20/sep. a 28/sep.
B-2	100	102,00	4,60	97,40	100,0	29/sep. a 3/oct.
B-3	100	102,00	12,00	90,00	100,0	24/oct. a 28/oct.
B-4	100	102,00	21,00	81,00	100,0	29/oct. a 3/nov.
B-5	100	102,00	29,00	70,50	96,6	4/nov. a 9/nov.
B-6	100	102,00	4,50	96,80	99,3	9/oct. a 13/oct.
B-7	100	102,00	4,00	97,40	99,4	14/oct. a 23/oct.
B-8	100	102,00	4,60	97,40	100,0	4/oct. a 8/oct.
MJC-11	150	150,50	12,50	126,60	91,7	18/jul. a 23/jul.
MJC-12	150	150,50	6,50	144,50	100,0	26/jul. a 30/jul.
MJC-13	150	150,50	15,50	135,00	100,0	2/agt. a 6/agt.
MJC-14	150	150,50	14,30	136,20	100,0	10/agt. a 15/agt.
MJC-15	150	150,50	7,50	140,40	98,2	17/agt. a 21/agt.

El rendimiento promedio en el area B fue de 10,3m por turno, y la recuperación promedio de testigos fue un 98,7%, excepto en el suelo superficial y en las gravas.

El transporte por tierra dentro del país, de los equipos para la perforación se realizó en dos camiones grandes, y se usaron camionetas para el traslado entre sondajes. La agua para de perforación en dicho área se trajo desde la mina El Guanaco a unos 20km de distancia. El transporte se hizo en un camión aljibe de 10m³ de capacidad.

Los testigos se guardaron en bodega del SERNAGEOMIN en Antofagasta y se entregaron a la institución de contraparte.

2.3.3. Descripción de los sondaje (ver las Figs. 13, 14 y 15)

(1) Sondaje B-1

Entre 0 y 2,70m, el tipo litológico corresponde a gravas polimícticas aluviales y coluviales.

A partir de 2,70m hasta el fondo se cortaron rocas efusivas dacíticas. Estas rocas están constituidas por tobas de pómez, tobas soldadas y lavas.

Estas rocas efusivas son de color pardo rojizo o gris verdoso presentando abundantes fenocristales de cuarzo (2 a 3 mm).

Se destaca en este sondaje el desarrollo de una mineralización de hematita-cuarzo o de cuarzo en vetas o en stockwork.

Estas vetillas son de entre 0,5-1,0cm de potencia, contienen cuarzo semitransparente con textura de peineta, con menores cantidades de hematita o limonita en los bordes de las vetillas. En los bordes de las vetas que se desarrollan a los 83,40m de profundidad y en la roca huésped a los 89,50m de profundidad, se observa una escasa impregnación de calcopirita y calcosina. Además se desarrollan tres zonas brechizadas y fracturadas (39,3-40,7m; 68,3-68,5m y 73,9-74,3m) con relleno de hematita, cuarzo y baritina. En el tramo entre los 39,3-40,7m hay vetillas que probablemente corresponden al extremo norte de una de las vetas principales del distrito (veta Carmen).

Las leyes de oro son del orden de 120-140ppb, con un máximo de 540ppb. Las leyes de las vetillas que se presentan entre los 74 y 94m de profundidad son 200ppb de oro.

Las leyes de Ag del grupo de vetas que existen sobre los 66,90m en general son menores que 20 g/t. En profundidad se reconocen

vetas con más de 100g/t con una potencia de 1,0m en el testigo del sondaje. Especialmente interesante es el tramo entre los 83-90m, con una ley promedio de 140g/t de Ag y de 217ppb de oro en tres muestras tomadas en el sondaje. La ley más alta de plata fue 253g/t a una profundidad de entre los 89 y 90m. Las leyes de la veta que corresponderían al extremo norte de la veta Carmen son Au 140ppb, Ag 14g/t, Cu 87ppm, Pb 0,21%, Zn 725ppm, As 34ppm.

La alteración que se observa en este sondaje corresponde a silicificación y argilización, que son de intensidad débil a media.

(2) Sondaje B-2

Entre los 0 y 4,60m, se reconocen sedimentos aluviales y coluviales (gravas polimícticas), y entre los 4,60 y 27,00m capas de brechas redondeadas y poco consolidadas cuyos fragmentos corresponden a las rocas del lugar.

Desde los 27,00m hasta el fondo de sondaje, la roca corresponde a una andesita de color gris verde oscuro que localmente a los 67m de profundidad tiene textura porfídica y que corresponde a parte de las capas de andesitas cretácicas presentes en esta zona.

En este sondaje no se reconoció mineralización.

(3) Sondaje B-3

Entre los 0 y 12,00m se reconocen sedimentos aluviales con gravas, polimícticas no consolidadas.

Bajo los 12m se distribuyen tobas soldadas dacíticas de color gris claro en alternancia con rocas de similar gradación, que están constituidas por piroclástitas dacíticas de color rojo.

La parte superior de esta unidad consiste en areniscas tobáceas de grano fino subangular a subredondeado, y conglomerados.

El espesor de la parte superior de la unidad de gradación varía entre 2 y 5cm.

No se observa mineralización ni alteración.

(4) Sondaje B-4

Entre los 0 y 25,30m se reconocen gravas polimícticas no consolidadas.

Desde los 25,30m hasta el fondo del sondaje se reconocen tobas soldadas dacíticas de color gris rojizo, en alternancia con rocas de similar gradación constituidas de rocas piroclásticas dacíticas

de color rojo en alternancia con tobas de lapilli dacíticos de color rojo y con tobas arenosas de color gris verde claro.

La mineralización reconocida en las zonas de autobrecha (65,90~67,60m) es muy débil. Solo se reconocen vetillas de cuarzo estéril.

(5) Sondaje B-5

Entre los 0 y 29,00m se observan gravas polimícticas. Entre los 29,00 y 98,00m, la roca consiste principalmente en tobas de pómez dacíticas con abundantes cristales de cuarzo con intercalaciones de lavas dacíticas (35,2~39,2m).

Entre los 60,1 y 95,3m las tobas tienen una textura de roca soldada.

Bajo los 98,0m se presentan areniscas tobáceas y conglomerados tobáceos, de color rojo, que se correlacionarían con la parte superior de la unidad de gradación que se reconoció en el sondaje B-3.

En este sondaje no se reconoció mineralización ni alteración con excepción de vetillas de cuarzo con 0,5 a 1,0cm de potencia.

(6) Sondaje B-6

Hasta los 4,50m de profundidad se presentan sedimentos aluviales que consisten en gravas polimícticas.

Bajo los 4,50m se presentan dioritas y andesitas.

La mineralización y la alteración son muy débiles.

(7) Sondaje B-7

Entre los 0 y 4,00m se presentan gravas polimícticas que corresponden a sedimentos aluviales y coluviales.

Desde 4,00m hasta el fondo, principalmente se desarrollan dioritas con intercalación de capas delgadas de tobas andesíticas de lapilli entre los 15,20 y 17,20m. Se observan además vetillas de cuarzo-hematita y de calcita, de 1cm de potencia.

Entre los 88,10 y 102,00m se reconoce impregnación débil de pirita como mineral autógeno.

(8) Sondaje B-8

Entre los 0 y 4,60m se cortaron gravas polimícticas (sedimentos coluviales). En profundidad la roca principal es una diorita. Además, se reconocieron diques de dacita porfídica (40,60~ 47,15m), y de basaltos (48,70~ 50,00m).

La mineralización es escasa y sólo se reconocieron 4 vetillas estériles con cuarzo y calcita.

(9) Sondaje MJC-11

Entre los 0 y 20,3m, reconocen gravas polimícticas no consolidadas que corresponden a los sedimentos aluviales y coluviales.

Entre los 20,3 y 150,5m se reconocen rocas piroclásticas dacíticas con transición de tobas arenosas a brechas tobáceas. Las tobas de color pardo grisáceo, verde claro y verde rojizo, que se presentan a la profundidad de entre 34,5 y 39,6m, tienen una textura soldada y una forma masiva, con mala estratificación.

Se desarrollan 5 diques andesíticos y basálticos con 0,5 a 3m de ancho, intruyendo a las rocas antes mencionadas.

Se presentan stockworks, brechas y vetas, de limonita-cuarzo y pequeña cantidad de vetillas de calcita en rocas piroclásticas. Además, se encuentran zonas de silicificación y argilización, a una profundidad mayor que 89m.

Las vetas de limonita-cuarzo generalmente presentan tipo

stockwork y localmente brechoso, sólo 2 a 3 vetas muestran forma vetiforme clara.

Los stockworks de limonita-cuarzo están a partir de los 20,3m hasta 34,5m con frecuencia mayor de una veta cada 30cm, y están encajadas en tobas de pómez, sobre todo entre los 29,0m y 31,0m, y entre los 33,9m y 34,5m, la densidad de vetas es más alta alcanzando una frecuencia de una veta cada 10cm.

Se presentan diseminaciones de piritas de grano fino y de hematita en stockworks en rocas huespedes débilmente montmorillonitizadas, caolinitizadas, pirofilitizadas y silicificadas, excepto en las partes, donde se desarrollan los stockworks con mayor densidad donde las rocas están fuertemente silicificadas.

Las leyes de elementos metálicos principales son muy bajas.

Se desarrollan brechas con limonita y cuarzo entre los 69,7m y 76,2m. Estas brechas presentan fragmentos tamaño de entre 5 a 10 cm de diametro con relleno de cuarzo semitransparente, y muy similares a la textura de la veta J.

Se presentan diseminaciones de pirita de grano fino, hematita y pequeña cantidad de polibasita(?) en la brecha y en roca huesped silicificada, montmorillonitizada y caolinitizada situada en las cercanías de la brecha.

Las leyes de la veta son bajas.

Se presentan vetas que tienen principalmente cuarzo semitransparente con una potencia de 30cm, con escasa cantidad de pirita y hematita, diseminadas, con una potencia de 25cm, a los 53,5m y 61,0m de profundidad.

Las leyes de estas vetas se indican a continuación ;

Veta a 53,5m: Au 20ppb, Ag 16ppm, Cu 73ppm, Pb 35ppm, Zn 0,19%.

Veta a 61,0m: Au 300ppb, Ag 115ppm, Cu 62ppm, Pb 0,26%, Zn 0,41%.

(10) Sondaje MJC-12

Entre los 0 y 6,5m el testigo consiste en gravas polimícticas no consolidadas que corresponden a sedimentos aluviales y coluviales.

Desde los 6,5m hasta el fondo se observan gruesas capas de rocas piroclásticas dacíticas que están constituidas por las siguientes rocas desde la parte superior hacia la parte inferior :
- alternancia de estratos gradados de tobas arenosas a tobas

de lapilli

- tobas soldadas de color blanco verdoso claro
- tobas de lapilli de color blanco verdoso claro
- alternancia de estratos gradados de toba de lapilli
- tobas de lapilli masivas de color verde claro a rojo

En este sondaje se desarrollan vetillas de calcita estéril en los 11m y entre los 137,5 y 141,5m de profundidad.

(11) Sondaje MJC-13

Entre los 0 y 15,5m aparecen gravas polimícticas no consolidadas que corresponden a sedimentos aluviales y coluviales.

Desde los 15,5m hasta el fondo principalmente se presentan dioritas y localmente dacitas entre 117,7 y 126,95m, y entre 138,25 y 142,3m.

La diorita presenta una textura holocristalina o porfídica, y la última predomina bajo 61,6m. Ambas texturas cambian gradualmente de una a otra.

La dacita de color gris claro verdoso tiene abundantes cristales de cuarzo con textura de corrosión, y plagioclasas, con pequeña cantidad de feldespatos potásicos rosados.

También esta roca contiene numerosos xenolitos de diorita porfídica con tamaño comprendido entre los 10 a 50cm de diametro entre los 117,0 y 126,95m de profundidad.

En cambio, entre los 138,4 y 142,3m se presentan los xenolitos de dacitas en diorita porfídica con tamaño comprendido entre los 10 y 30cm de diametro.

En este sondaje se presentan abundantes fallas y fracturas, en particular, ellas predominan con una frecuencia de cada 3 a 5cm en la parte donde se presenta la dacita.

Bajo los 50m se desarrollan vetillas de calcita, vetas de cuarzo-hematita, zonas de diseminación de pirita y zonas de argilización. Las leyes de los elementos metálicos de estas zonas son bajas

(12) Sondaje MJC-14

Entre 0 y 14,3m el testigo consiste en gravas polimícticas no consolidadas que corresponden a sedimentos aluviales y coluviales.

Desde los 14,3m hasta el fondo, este consiste en diorita porfídica, diorita, dacita y andesita, destacándose la primera.

La diorita porfídica fresca es de color gris verdoso a verde oscuro, y esta roca cambia gradualmente a diorita de textura

holocristalina entre los 120,9 y 130,8m.

Se reconocieron 15 zonas con dacita en sectores cuyo largo de testigo está comprendido entre los 0,1 a 8m, su color es pardo grisáceo a gris claro con abundantes cristales de cuarzo.

Esta roca está generalmente brechizada, y tiene una textura de margen enfriada con 3 a 5mm de ancho en el contacto con diorita a los 107,7m de profundidad y contiene fragmentos de diorita con tamaño de 2 a 7cm, por lo tanto se considera que la dacita correspondería a una facie intrusiva, a pesar de que parezca roca tobácea.

La andesita que se presenta sólo a la profundidad de 144,4m como dique, alcanza 0,3m de largo de testigo, y su textura es afanítica, de color verde.

Se reconocieron 4 zonas de cizalle acompañadas de arcilla con largo de testigo de 1 a 4m. Además, se reconoce una zona de brecha con fragmentos de tamaño entre 2 a 3cm entre los 59,1 y 65,2m de profundidad. Todas las fracturas se formaron después de la mineralización.

En este sondaje se desarrollan vetas de cuarzo con cobre, plomo y zinc, zonas de diseminación de pirita, vetillas de calcita y zonas de argilización.

Unas 20 vetas de cuarzo con cobre, plomo y zinc se reconocieron bajo los 116m, las cuales tienen generalmente 1cm de potencia excepto 2 vetas con potencia aparente de 1,4m y 1,65m respectivamente, incluidas la parte arcillosa. Estas se ubican a los 122,2m y 135,8m de profundidad.

De estas dos vetas la primera está encajada en diorita, y consiste en una asociación de 3 vetillas paralelas de cuarzo, de 1 a 15cm de potencia de cada una. Entre las 3 vetillas hay relleno con arcillas.

Estas vetas de cuarzo tienen pequeña cantidad de pirita, calcopirita, galena y blenda, además se observan microscópicamente escasas tetrahedrita, freibergita y polibasita. Las arcillas que rellenan a las vetas tienen abundantes diseminaciones de pirita fina.

La inclinación de estas vetas es de 68° con respecto del eje del sondaje.

Las leyes de estas vetas son bajas.

Las vetas que se presentan en los 135,85m de profundidad, se desarrollan a lo largo del contacto de dacita con diorita

porfídica, en estructura bandeada de cuarzo y arcilla, con 0,3 a 3,0cm de potencia.

Las vetas de cuarzo tienen generalmente pequeña cantidad de diseminación de pirita, calcopirita, galena y blenda. Además se observan microscópicamente escasas tetrahedrita y freibergita.

La inclinación de las vetas está comprendido entre 45 y 50° con respecto del eje del sondaje.

Las vetas de arcilla tienen abundante pirita en diseminación.

Las leyes de estas vetas son bajas.

A partir de alrededor de los 85m hasta el fondo se reconoce diseminación de pirita. En particular, ella se relaciona a zonas de arcilla asociada con cuarzo, zonas de argilización descritas más adelante y diorita que está incluida en dacita como xenolito.

Se observan vetas de calcita sin mineralización entre la profundidad de 30m y la de 102,8m, con 0,1 a 0,5cm de potencia y la frecuencia es 5 a 6 vetas por metro, predominantemente en diorita porfídica.

Las zonas de argilización aparecen a partir de alrededor de 65m de profundidad, generalmente con pequeña potencia de 1 a 2m, a excepción de las de los 135,85 a 150,5m. Todas estas zonas de argilización son débiles y de color gris a gris verdoso.

Las leyes de las zonas de argilización son bajas.

(13) Sondaje MJC-15

Entre los 0 y 7,5m consiste en gravas polimícticas no consolidadas que corresponden a sedimentos aluviales y coluviales.

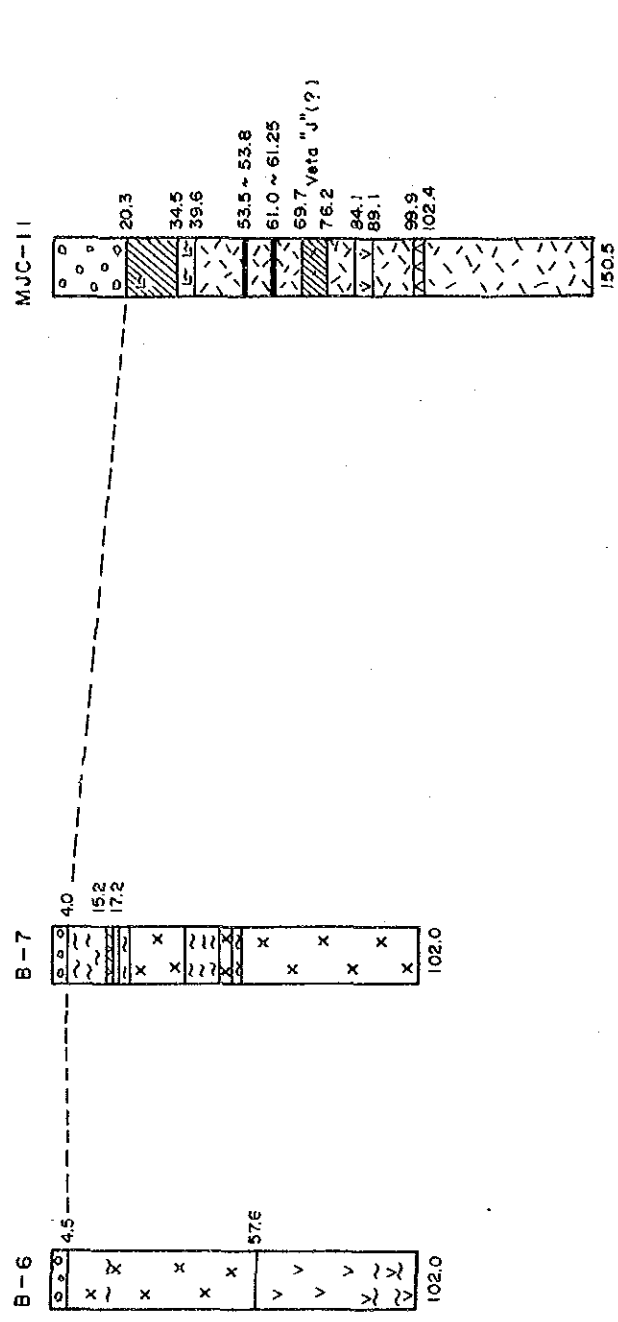
Desde 7,5m hasta el fondo del sondaje el testigo consiste principalmente en diorita, andesita dacita y dacita de estructura bandeada.

La andesita de color gris verdoso, blanco amarillento y gris pardo se presenta entre los 10,4 y 41,9m, y tiene una textura afanítica, cuyas características litológicas son similares a las de lavas andesíticas que se distribuyen en el sector oeste del área, por lo tanto corresponderían a una parte de la formación andesítica.

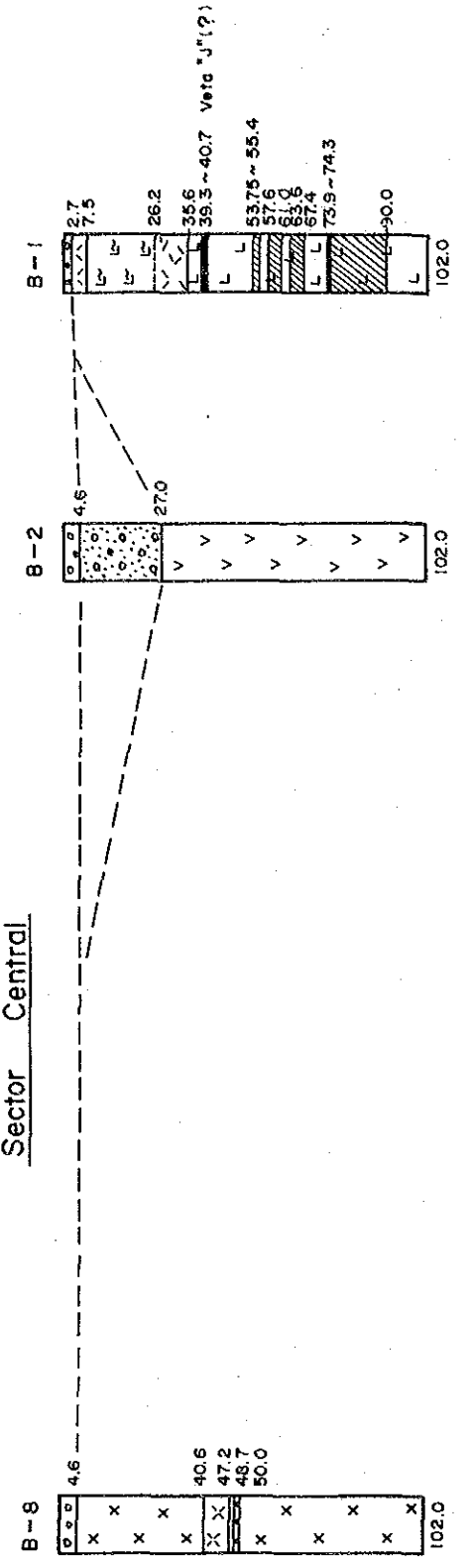
La dacita predomina entre los 41 y 100 m. Por lo general, presenta un color pardo gris y contiene abundantes fenocristales de cuarzo.

En esta roca se presentan brechas dacíticas blancas y fragmentos dacíticos como "patch", con lo cual parecen roca

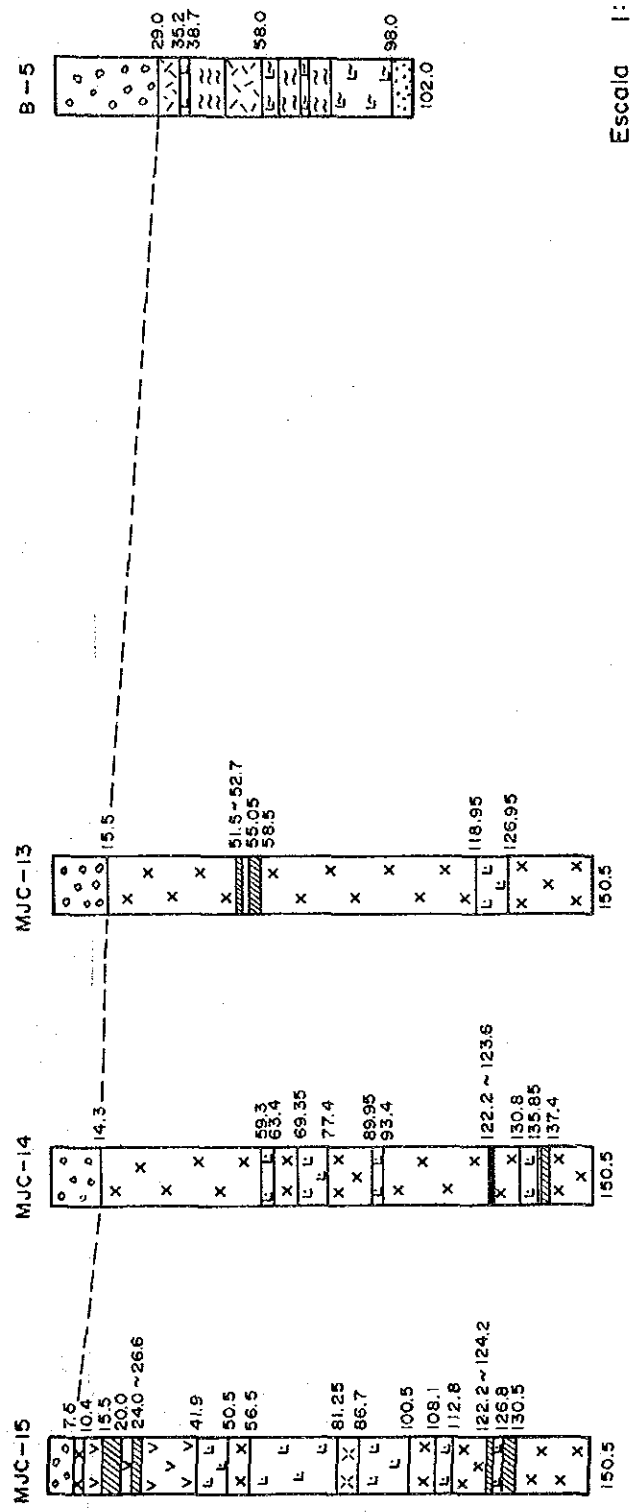
Sector Norte



Sector Central



Sector Sur

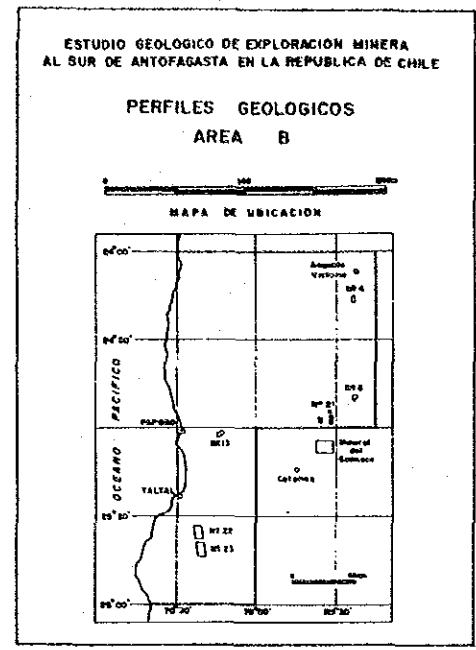
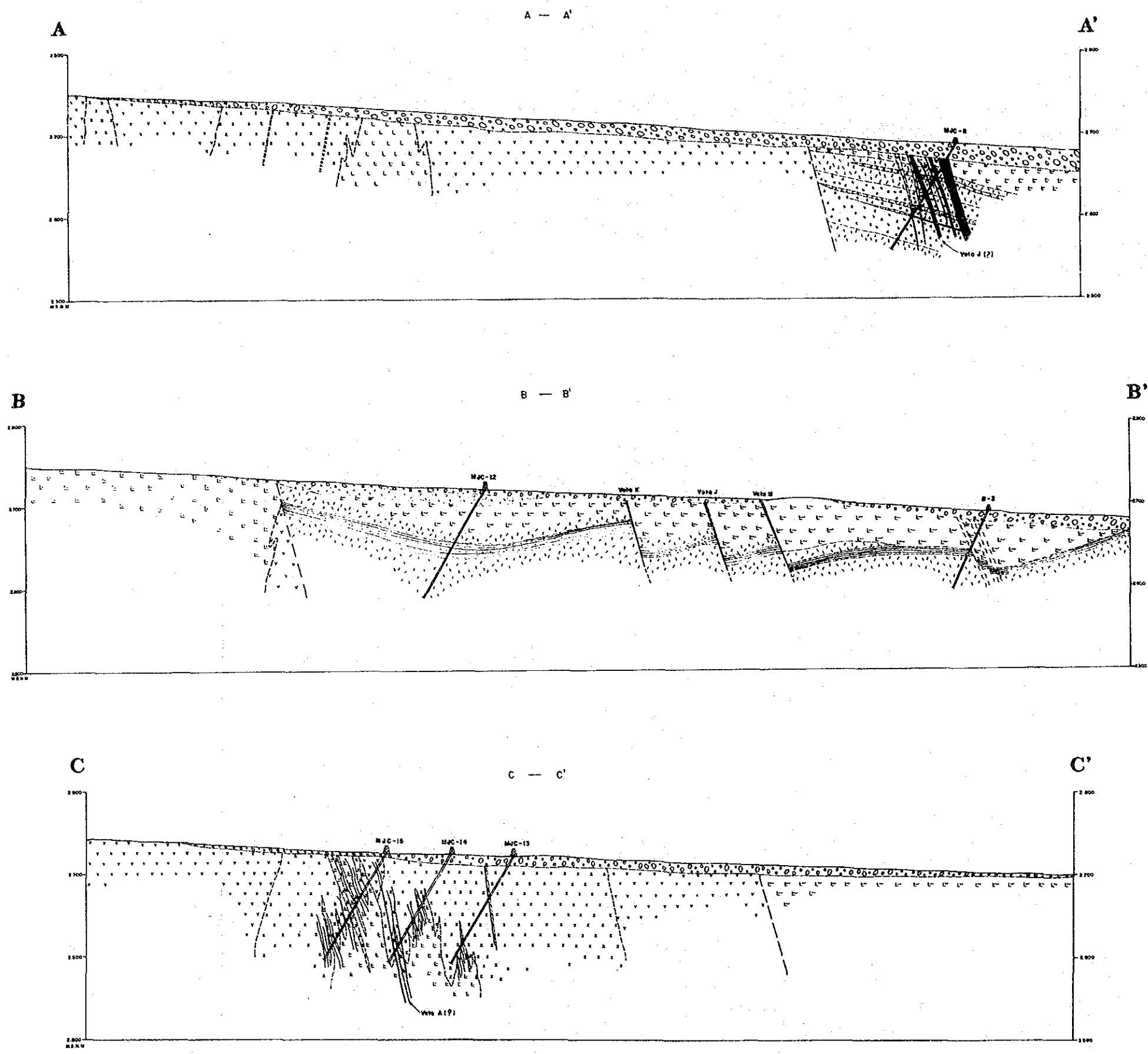


Legenda

- Gravas
- Conglomerado
- Toba soldada
- Toba de lapilli y/o brecha tobacea
- Toba arenosa
- Alternancia de toba arenosa y de lapilli
- Lava dacitica
- Lava andesitica
- Dique dacitico bandeado
- Dique andesitico
- Dique basaltico
- Diorita
- Intrusivo dacitico
- Zona de cizalle
- Veta de cuarzo
- Stockwork de cuarzo

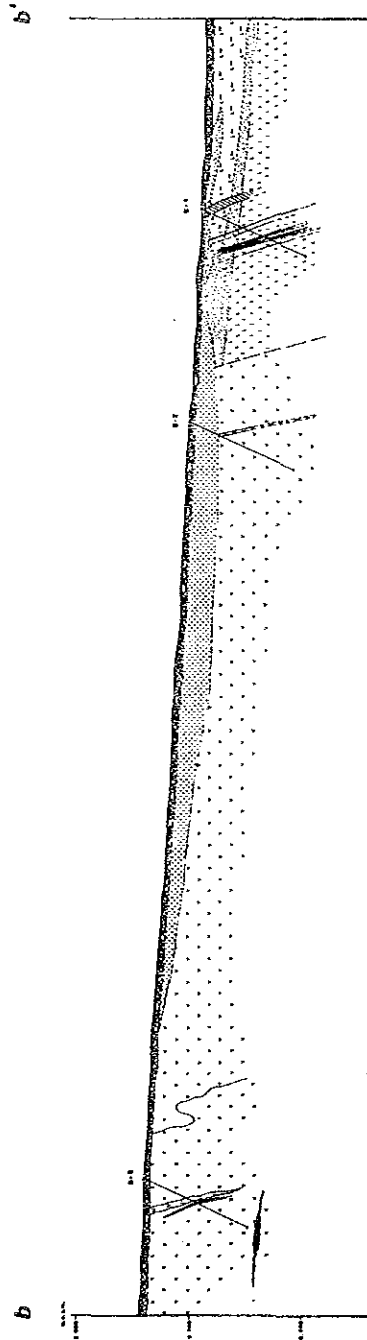
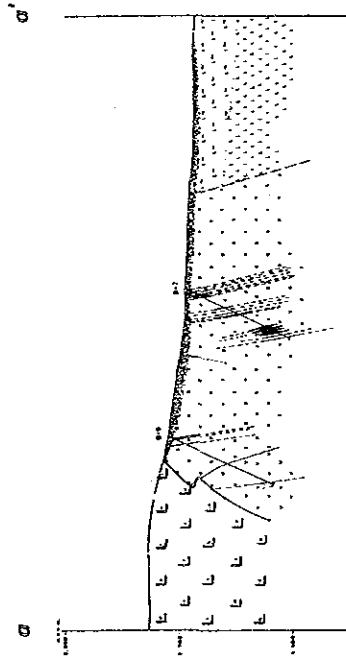
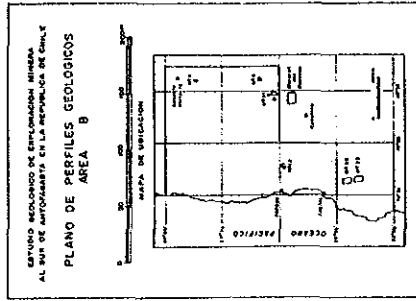
Escala 1:2,000

Fig. 1-13 Columnas geológicas de los sondeos, área B



- LEYENDA
- Depósitos volcánicos (arenas y cenizas)
 - Diques riolíticos
 - Rocas intrusivas dacíticas
 - Diques andesíticos
 - Tobs soldados dacíticos
 - Tobs granosos estratificados
 - Tobs granosos dacíticos
 - Tobs de lapilli dacíticos
 - Brechas tobáceas dacíticas
 - Dioritas
 - Lavas dacíticas
 - Vetas
 - "Stockworks" de cuarzo y/o limonita
 - Venitas
 - Vetas de arcilla con limonita
 - Zonas de cizalla
 - Fallas inferidas
 - Sondeos
 - Contactos geológicos

Fig. 1-14 Perfiles geológicas,
área B (1) -103-104-



LEYENDA

- Depositos coluviales (arenas y gravas)
- Sedimentos aluviales (conglomerado)
- Tóbas soldadas dacíticas
- Tóbas de pomáceas dacíticas
- Lavas dacíticas
- Rocas piroclásticas dacíticas de color rojo
- Areniscas y conglomerados tobáceos
- Andesitas verdes oscuras
- Dioritas
- Rocas intrusivas dacíticas
- Vela
- Veta tipo "network"
- Falla
- Zona de cizalle
- Zona de fractura
- Sondaje

Fig. II-15 Perfiles geológicas, área B (2)

piroclástica. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo a las evidencias que se obtuvieron en los sondajes MJC-13 y MJC-14, y por la geología general del área, se considera que ellas corresponde a una facie intrusiva.

La dacita de estructura bandeada es de color rojo y constituye una roca dura que se reconoce predominantemente entre los 72,6 y 86,7m de profundidad. En este tramo se presentan 5 cuerpos de ella

De acuerdo a lo observado, ella corresponde a diques, intruidos en la dacita descrita anteriormente.

A partir de 15m hasta el fondo, se reconocen numerosas vetas de cuarzo, de hematita-limonita y de calcita, encajadas entodas las rocas excepto en los diques dacíticos.

La potencia de todas las vetas varía de 0,2 a 4cm.

Las vetas de cuarzo están acompañadas de limonitas y hematitas en película, y bajo los 139,2m de pirita y calcita, aun cuando una sola veta de 1cm de potencia a la profundidad de 147,5m, contiene una pequeña cantidad de galena, blenda y calcopirita

Las vetas de hematita-limonita se destacan entre los 49,5 y 100,8m en forma de película.

Las leyes de elementos metálicos principales son bajas salvo en una veta de cuarzo-calcita-pirita de 3cm de potencia que se reconoció a una profundidad de 139,2m, en donde la ley de Ag es 118 g/t.

2.4. Consideraciones

Se considera que la geología y la mineralización del área estudiada en base a los estudios durante 3 años, son las siguientes :

La geología del área se caracteriza por una actividad ígnea desarrollada entre el Cretácico Superior y el Paleógeno Inferior.

La composición de la primera mitad es andesítica y la segunda mitad es dacítica.

Hacia el final de la etapa de actividad ígnea ocurrió un fallamiento según un sistema orientado N-S que está formado por fracturas de un sistema principal N-S y sistema subordinado NW-SE ~ WNE-ESE y zonas de brechización hidrotermal. Además se han desarrollado vetas en el área a lo largo de las fracturas.

Debido a que el fluido mineralizador ha contenido Ag, Pb, Zn, Fe y escasa cantidad de Cu con abundante sílice y con baja

cantidad de S, se han depositado abundante cuarzo y hematita, y relativamente poca cantidad de mineral sulfurado.

Con base en las inclusiones fluidas, se permite pensar que este fluido mineralizado habría entrado en ebullición por un cambio abrupto de presión a baja profundidad, y se habría llevado a cabo la depositación de minerales en la parte superficial por desminución de la temperatura debido a una mezcla con agua subterránea.

El tipo de alteración hidrotermal cambia de silicificación y argilización con composición ácida en las cercanías de la veta, a argilización de composición intermedia a alcalina débil en el exterior a la veta.

Las vetas han sido desplazadas horizontalmente por la falla de dirección E-W.

Se considera que el extremo norte actualmente conocido de la veta J se trasladado aproximadamente 430m al este, y ella continuaría por más de 500m en corrida desde la estación del sondaje B-1 al norte. Sin embargo, la ley de plata disminuyó bruscamente del extremo norte actualmente conocido de la veta hacia el norte.

Es posible que la veta A disminuyo su potencia en el sector de su prolongación 400m más al sur la veta conocida.

Se considera que hay poca posibilidad de existencia de vetas nuevas de gran dimensión como la veta V, en base a los resultados de la exploración mediante sondajes.

En las cercanías del yacimiento Cachinal de la Sierra se desarrollan los yacimientos del Soldado y el Guanaco. Al comienzo de este estudio, se consideraba que ellos constituían una sola secuencia de mineralización. Sin embargo, los yacimientos de Cachinal de la Sierra y del Soldado serian del mismo tipo de mineralización de Ag-Pb-Zn, y el restante es de Au-Cu, es decir, los dos primeros serian diferentes del último.

Entre los dos primeros se desarrollan zonas de mineralización de mismo tipo que el de ellos, por lo tanto ellos constituirían una misma etapa de mineralización.

Capítulo 3. Otras Areas

3.1. Geología y yacimientos

La geología y los yacimientos de otras áreas se resumieron en la Tabla I-9.

3.2. Estudio geoquímico.

En la fase I se realizó un estudio geoquímico para 2 áreas de detalle y 20 áreas de semidetalle.

En la fase II se realizó el estudio en 2 áreas de detalle y 1 área de semidetalle.

El número de muestras obtenidas en las dos fases fué de 630 para las áreas de detalle y 2.122 para las áreas de semidetalle, lo que dá un total de 2.752 muestras para geoquímica.

La densidad de muestreo fué de 17 muestras/km² para áreas de detalle y 3,6 muestras /km² para áreas de semidetalle.

Tipo de muestras : 1.642 muestras de sedimentos fluviales
682 muestras de suelos
420 muestras de rocas.

Los elementos analizados son : Au-Ag-Cu-As y localmente Mo.

El tratamiento estadístico y detección de valores anómalas se hizo independientemente para cada área, debido a las diferentes condiciones geológicas de cada una de ellas.

Los valores estadísticos de cada área de la fase I se presentan en la tabla I-10 y la clasificación de anomalías en cada área para cada elemento se indican en la Tabla I-11.

Los resultados del estudio geoquímico de la fase II se indican en la Tabla I-12.

Tabla III-9 Lista de los yacimientos estudiados

Sector	Geología			Yacimiento (zona de alteración)			
	Ubicación	Edad	Rocas	Tipo de yacimiento, mineral	Mena - Gangas	Alteración	Dimensión del yacimiento, afloramiento, ley
No. 1	120 km ESE de Antofagasta	Cret. Sup. ~Ter. Inf.	Rocas efusivas andesíticas (lava, toba lapilli, brecha tobacea), Rocas efusivas dacíticas (lava, toba lapilli, brecha tobacea)	Stockwork diseminación	He, Li, Pi	Sil, Alu, Ka, St, Mont	Zona de alteración: 3,5 x 2,0 km Ley promedio de veta de cuarzo Au < 20 ppb, Ag 0,3 g/t, Cu 15 ppm, Au 94 ppm
No. 2	90 km SE de Antof.	Cret. Sup. ~Ter. Inf.	Andesita, Roca piroclástica andesítica (toba arenisca, toba lapilli), Roca intrusiva (monzodiorita cuarcifera), Dique (andesita)	Vetiforme (Ag, Cu)	He, Spe, Cuox, Au, Ag, Qz	Sil, Epi, Ch	Santa Fe: 250~800 m x 80 m x 0,75~1,1 m, Au 0,72 g/t, Ag 66 g/t, Cu 5,72% 11 vetas (10~30 m x 0,3~0,5 m)
No. 3	110 km SE de Antof.	Cret. Sup. ~Ter. Inf.	Lava andesítica, Rocas sedimentarias volcánicas (arenisca, Tobacea, conglomerado tobacea), Roca intrusiva (Porfido granodiorítico), Dique (riolita)	Vetiforme	He (aurífero), Cuox, Qz	Sil	Mónica: 200 m x 20 m x 2 m (3,6 m - parte más ancha) Otras vetas 0,03~0,05 m de pot.
No. 4	120 km SE de Antof.	Ter. Inf.	Rocas volcánicas andesíticas, Rocas volcánicas dacítica a riolítica, Roca intrusiva (Porfido monzonítico cuarcifero), Dique (andesita)	Stockwork, diseminación, (vetiforme)	He, Li, Pi, Qz	Sil, Zunita, Dia, Alu, Ka	Zona de alteración: 22 x 1,5 km, Ley promedio de stockwork de cuarzo Au 18 ppb, Ag 0,5 ppm, Cu 115 ppm, As 144 ppm
No. 5	160 km SE de Antof.	Pal. Sup. ~Jur.	Andesita, Dacita, Riolita, Lutita negra caliza, Caliza, Roca intrusiva (diorita porfídica, porfido riolítico)	Vetiforme (Ag, Pb, Zn)	Ca, argentífero, Li, Qz, Ba	Sil (debil), Arg, Ch, Epi	Escondida: 65 m x 10 m x 0,1 m, numerosas vetas 139 vetas 0,5~1,0 m de pot., Ag 5~135 g/t, Pb 0,1~6,0% (parte alta), Max. 600 m x 110 m x 0,1~3,3 m Ley promedio Au 13 ppb, Ag 3,0 ppm, Cu 243 ppm, Pb 0,16%, Zn 405 ppm.
No. 6	165 km SE de Antof.	Pal. Sup.	Dacita, Roca piroclástica dacítica, Roca intrusiva (granodiorita, granito aplítico)	Vetiforme (Ag, Pb, Zn)	He, Li, Qz	Sil (debil) Ser.	Zona de alteración: 4,5 x 2,2 km, Au 13 ppb, Ag 0,3 ppm, Pb 61 ppm, Zn 9 ppm, As 46 ppm
No. 7	130 km SSE de Antof.	Cret. Sup. ~Ter. Inf.	Andesita, Roca piroclástica andesítica, Roca intrusiva (riolita)	Vetiforme, stockwork	He, Qz, Pi	Sil, Arg, Alu, Ka, Ja	Mineral el Soldado: 500 m x 130 m x 1,5 m, Au 2,0 g/t, Ag 400~500 g/t (Tiempo operado) 3 vetas paralelas Au 360 ppb, Ag 97 ppm, Pb 2,05%, Zn 0,95% (en operación)
No. 8	155 km SSE de Antof.	Ter. Inf.	Andesita, Roca volcánica riolítica (riolita, toba lapilli)	Vetiforme (Ag, Pb, Zn)	He, Li, Qz, Ca	Sil, Arg, Epi	Parte oeste 1 afloramiento Parte sur 6 rodados de mena
No. 9	160 km SSE de Antof.	Cret. Sup. ~Ter. Inf.	Andesita, Roca piroclástica dacítica (toba lapilli, toba fina), Roca intrusiva (porfido dacítico)	Vetiforme (Au)	He	Sil	Mariposa: Max. 20 m x 10 m x Max 1,5 m, Ag 98 ppm, Cu 9,5% (mena) Dulas Gladys: 1.000 m x 10 m x 10 m
No. 10	130 km SSE de Antof.	Jur. ~Cret.	Arenisca, Andesita, Dique (andesita, diorita), Roca intrusiva (diorita)	Vetiforme (Cu)	Cuox, Mnox, Ca	No alterada	Parte nororiental: (norte) 200 m x 15 m x 0,1~1,5 m, Au 1 g/t, Cu 0,51% (en operación) (sur) 80~230 m x 15 m x 0,1~1,0 m, Au 8 g/t, Cu 0,15%
No. 11	120 km S de Antof.	Jur. ~Cret.	Roca intrusiva (diorita homblendosa gábrica, diorita cuarcifera, monzonita cuarcifera), Dique (roca basica, andesita, aplita, porfido dacítico)	Vetiforme (Au, Cu)	Au, Cuox, Pi, Ca, Cv, Li, Spe, Qz, Ca, Mt	Arg	Mimamar: Max 50 m x 30 m x 0,5 m, Au 20 g/t 6 picados en diorita, 5 en Jurásico
No. 12	130 km S de Antof.	Jur. ~Cret.	Lutita, Toba andesítica, Andesita, Andesita basáltica, Roca intrusiva (diorita), Dique (roca basica)	Vetiforme (Au, Cu)	Au, Cuox, Li, Mnox, Qz, Ca, Spe, He, Mt, Pi, Cp	Arg	Panchita: 400 m x 80 m x 0,2~0,5 m, Au 18 g/t, Au 100 g/t (desmontes) (en operación) Carmen Alto: 600 m (corrida), max 1,0 m de pot., 70 m a lo largo de prof., Au 7 g/t
No. 13	150 km SE de Antof.	Jur.	Roca intrusiva (granodiorita homblendosa), Dique (roca basica, aplita)	Vetiforme (Au, Cu)	Au, Li, He, Cuox, Qz	Sil, Arg	Monserat: 300 m x 20~10 m x 0,2~3 m (en operación) Au 10 g/t, Cu 39% (escogidos) La Sargento: 100 m x 5 m x 0,6~0,8 m San José: 3 vetas, 200~230 m x Max 20 m x 1,0~3,0 m, Au 2,1 g/t, Cu 8,5% (desmontes) Teresa: 200 m x 10 m x 0,4~1,3 m Tito Dos Otros 10 afloramientos
No. 14	35 km ESE de Taltal	Cret.	Roca intrusiva (diorita homblendosa, tonalita biotitas homblendosa), Dique (roca basica, aplita)	Vetiforme (Au, Cu)	Au, Cuox, Cp, Cv, He, Li, Qz, Ca	Sil, Arg	San Juan: 1.000 m (corrida), 0,1~0,8 m de pot., Au 1,6 g/t, Cu 11% Aventura Otros 10 afloramientos
No. 15	25 km ESE de Taltal	Fal. ~Cret.	Rocas metasedimentarias (filita, cuarzita), Roca metavolcánicas (fillas verdes), Dique (aplita, roca basica, tonalita)	Vetiforme (Au, Cu)	Au, Cuox, He, Qz	Sil (debil) Arg (debil)	Sector norte de la central: 100 m (corrida), 0,2~0,5 m (pot.), Au 8,4 g/t Otros 10 afloramientos
No. 16	20 km SE de Taltal	Fal. ~Cret.	Rocas metasedimentarias (filita, cuarzita), Rocas metavolcánicas (lava basica, toba), Andesita, Arenisca tobacea, Roca intrusiva (granodiorita, granito homblendosa biotitas)	Vetiforme (Au, Cu)	Au, Cuox, Li, Pi, He, Ca, Qz	Sil (debil) Arg (debil)	Parte nororiental: numerosos afloramientos y picados (unos diez puntos) en el área de 2 km ² 50~100 m (corrida), 0,2~0,5 m (pot.), Max Ag 8,4 g/t, Cu 1,0~1,7%
No. 17	15 km S de Taltal	Pal. ~Jur.	Rocas metasedimentarias (filita, cuarzita, calza), Rocas metavolcánicas (toba roca basica), Toba andesítica, Lava andesítica, brecha tobacea, Andesita basáltica, Roca intrusiva (diorita), Dique (roca basica, aplita, andesita)	Vetiforme (Ag, Cu)	Cuox, Li, He, Spe, Cu, argentífero, Qz		Parte nororiental: 2 picados Parte central : 2 picados Parte sur : 3 picados
No. 18	25 km SSE de Taltal	Jur.	Andesita basáltica, Toba basáltica, Brecha tobacea basáltica, Dique (roca basica)	(Tipo manto) vetiforme, lenticiforme~estratiforme (Cu)	Cuox, Qz	Arg (debil)	San Jorge: 3 picados Max 80 m (eje mayor) x 15 m (eje menor) x 5 m (pot), Cu 1,4~1,9% Margen suroeste: 1 afloramiento Otros : 10 afloramientos o picados
No. 19	30 km S de Taltal	Jur.	Andesita basáltica, Toba basáltica, Brecha tobacea basáltica, Dique (roca basica)	(Tipo manto) vetiforme, lenticiforme~estratiforme (Cu)	Cuox, Mt, He, Qz	Arg (debil)	Las Luces: Los mantos se agrupa en el área de 500 m (N-S) x 300 m (E-W) Max. 80 m (eje mayor) x 20 m (eje menor), Cu 2,4~5,3% (parte vetiforme) (Eje mayor es 20~30 m en general)
No. 20	40 km S de Taltal	Pal. ~Cret.	Rocas metasedimentarias (filita, cuarzita), Rocas metavolcánicas (andesita) Andesita, Conglomerado volcánico Roca intrusiva (granodiorita homblendosa biotitas, diorita monzonítica)	Vetiforme (Au, Cu)	Au, Cuox, Li, He, Spe, Qz, Ca, Tur	Sil, Sericitización, Clorización	San Jose del pingo
No. 21	180 km SSE de Ant.	Cret. Sup. ~Ter. Inf.	Rocas efusivas andesíticas y dacíticas (lava, piroclástica), Domo dacítico, Diorita cuarcifera porfídica, diques dacíticos	Vetiforme (Ag, Pb, Zn)	He, Ga, Cp, Pi, Ag, Qz	Ch, Sil	12 vetas, nos conocen las corridas: pot: 0,25 ~1,0 m Ley de desmonte : Au 6,9 g/t, Ag 6,100 g/t, Cu 0,21%, Pb 7,32% Zn 0,74% (parte rica)
A	50 km N de Taltal	Jur.	Diorita, Monzonita cuarcifera, dique dacítico, andesítico y aplítico	Vetiforme (Cu, Au)	Cuox, Cp, Bo, Ca, Cv, Pi, Mt, Act, Ca	Qz, yeso, Ch, Ser, Ep	Montecristo : 600 x 100 x 7 m, Au 0,5 g/t, Cu 4,8% Abundancia : 300 x 120 x 1 ~5 m, Au 1,5 g/t, Cu 3,8% Santa Rosa : 150 x 50 x 1 ~5 m, Cu 1,5% La Fortuna : 150 x 30 x 0,5 m, Au 0,5 g/t, Cu 3,9%
EI Cuanteo	185 km SE de Ant.	Ter. Inf.	Lava andesítica, Rocas efusivas dacíticas (lava, piroclástica), Porfido cuarcifero, dique riolítico	Vetiforme (Au) dis.	Oro, Pirg, Cp, Enar, Cv, Lim, Hm, scorodita, Qz, Ba	Qz, Alu, Ka, Ser, Ch	50 ~500 x 120 x 0,5 ~3 m, Parte superior (Zona Au) : Au 5 ~10 g/t Parte inferior (Zona Cu) : Au 0,5 ~2 g/t Cu 1 ~3%

Tabla III-10 Tratamiento estadístico de geoquímico de las áreas estudiadas

AU

単位 ppm

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
平均値	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$	$1/2 \times <20$
最大値	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
最小値	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

AG

単位 ppm

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
平均値	0.1-0.2	0.3	0.3	0.3-0.4	0.2-0.3	0.2	0.1-0.2	0.2	0.1-0.2	0.2-0.3	0.1-0.2	0.1-0.2	0.1-0.2	0.1-0.2	0.2-0.3	0.2	0.2-0.3	0.2-0.3	0.3	0.2-0.3
最大値	0.9	1.0	6.5	3.6	2.2	0.9	0.5	1.4	0.6	2.0	1.2	2.4	0.3	0.4	0.6	2.5	0.7	0.6	0.7	0.7
最小値	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Cu

単位 ppm

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
平均値	339	313	174	602	109	131	257	120	181	417	117.6	1500	486	746	856	755	1031	635	1122	679
最大値	118	153	841	670	30	23	57	33	62	200	515	770	194	322	368	336	514	1000	715	222
最小値	6	17	<1	1	0.1	6	2	<1	2	14	60	48	10	18	41	28	48	15	18	26

As

単位 ppm

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
平均値	358	327	244	766	253	162	301	220	135	189	40	182	206	89	156	159	136	92	64	111
最大値	623	414	477	1517	472	234	436	352	295	236	78	511	264	130	235	250	308	137	101	211
最小値	1083	524	—	3004	880	338	630	564	646	296	151	1434	340	188	354	394	695	209	160	402

Mo

単位 ppm

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
平均値	4.5	2	1-2	2	2	2	4	4	1-2	1-2	0.1-0.2	2-3	2	1-2	1-2	1-2	1	1-2	1	1-2
最大値	9.0	—	4.0	55	5.5	4.0	7.5	4.0	2.5	3.5	2.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	2.5	2.5	—	2.5
最小値	18.0	—	8.0	11.0	11.0	—	—	—	5.0	5.0	5.0	8.0	—	—	7.0	7.0	5.0	5.0	—	—

Mn

単位 ppm

地区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
平均値	111	102	101	132	103	100	102	153	101	100	101	101	102	102	102	102	102	102	102	101
最大値	65	3	13	28	13	5	15	27	22	4	6	23	5	4	9	18	5	2	2	4
最小値	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<0.1	<0.1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Tabla 1-11 Distribución de anomalías geoquímicas de las áreas estudiadas

Area Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Au	Ⓒ S. Central (este)		Ⓐ } S. Central Ⓒ } Ⓐ } Alrededor de Ⓑ } Mina Monica	Ⓐ } S. este Ⓒ } Ⓑ } S. este Ⓒ }				Ⓒ S. central (norte)	Ⓒ S. marginal este		Ⓐ S. marginal suroeste Ⓑ S. noroeste) afuera S. suroeste) del Ⓒ S. marginal suroeste) sector	Ⓐ S. central S. oeste Ⓒ S. marginal oeste
Ag	Ⓑ } S. este-sureste Ⓒ }	Ⓒ Alrededor de Mina Santa Fe	Ⓐ } S. central Ⓒ } Ⓐ } Alrededor de Ⓑ } Mina Monica	Ⓐ } S. este Ⓒ } Ⓒ } S. norte	Ⓐ } S. noreste Ⓒ }	Ⓑ S. noreste (este) Ⓒ S. noreste (este)	Ⓑ } S. central Ⓒ }	Ⓐ S. central (sur) f Mina Mineral el Soldado Ⓑ S. central (sur) f Ⓒ Mina Mineral el Soldado	Ⓑ } S. noreste Ⓒ } Ⓒ Co. Soldado (sur)	Ⓐ Alrededor de Mari- posa (norte) (sur) Ⓑ Dulia Gladys (suroeste) Ⓒ Intermedio entre Mariposa y Dulia Gladys	Ⓒ S. este S. marginal suroeste	Ⓐ S. central (este) Ⓒ S. central
Cu	Ⓑ } S. central (sur) Ⓒ }	Ⓑ Alrededor de Mina Santa Fe Ⓒ S. noroeste de Mina Santa Fe (oeste)	Ⓑ } Alrededor de Ⓒ } Mina Monica y S. noreste	Ⓐ S. este y norte Ⓑ } S. este y norte Ⓒ }	Ⓒ S. oeste y sur	Ⓒ esparciada	Ⓒ Co. Buenos Aire (noroeste) (oeste) (sur)		Ⓒ Co. Soldado (sur)	Ⓑ } del rededor de Ⓒ } Mariposa al sur Intermedio entre Mariposa y Dulia Gladys	Ⓐ S. noreste Ⓑ S. noreste S. suroeste Ⓒ S. noreste S. marginal noroeste	Ⓐ S. central (oeste) Ⓑ S. oeste Ⓒ S. oeste S. central S. noreste
As	Ⓐ S. central Ⓑ S. central Ⓒ S. central (sur~este)	Ⓑ S. noroeste S. suroeste Ⓒ S. noroeste S. suroeste	Ⓒ S. noreste S. central Rededor de Mina Monica	Ⓐ S. este (este) Ⓑ S. este (este) Ⓒ S. este (este)	Ⓐ S. este Ⓒ S. noreste S. central (oeste)	Ⓑ S. noreste (este) Ⓑ } S. noreste (sur) Ⓒ }	Ⓑ } Co. Buenos Aires Ⓒ } (S. sur)	Ⓐ S. marginal suroeste (norte) Ⓑ S. marginal suroeste (norte) Ⓒ S. marginal suroeste esparciada	Ⓑ } S. marginal Ⓒ } norte Ⓒ Alrededor de Co. Soldado	Ⓑ } Alrededor de Ⓒ } Mariposa	Ⓑ S. este S. suroeste Ⓒ S. este S. suroeste	Ⓑ S. central Ⓒ S. noreste
Mo	Ⓐ } S. central Ⓑ } Ⓒ S. central (oeste)		Ⓐ } S. noreste Ⓒ } S. central Ⓒ } Alrededor de Mina Monica	Ⓐ } S. norte Ⓒ } S. este	Ⓑ S. central (oeste) Ⓒ S. este S. noreste S. central (oeste)	Ⓒ Esparciada (este de montaña)	Ⓑ } S. central Ⓒ }	Ⓒ S. central (sur) f Mina Mineral el Soldado Ⓒ S. noreste S. central	Ⓐ S. marginal norte (este y oeste) Ⓒ S. este S. sur	Ⓒ Dulia Gladys (sursuroeste)	Ⓑ } S. este Ⓒ } S. suroeste	Ⓐ S. central Ⓑ S. central S. noreste Ⓒ S. noreste S. oeste

Area Elemento	13	14	15	16	17	18	19	20
Au	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ Panchita Ⓒ Carmen Alto (norte) 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ S. maginal suroeste Ⓝ 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. este 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. este 				<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. oeste
Ag	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ Carmen Alto (noroeste) (sureste) 			<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. este S. sur S. noroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ S. este Ⓑ S. este Ⓒ S. este S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. marginal suroeste S. oeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. marginal noreste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. marginal oeste Este de Mina San Jose del Pingo Este de Dudosa
Cu	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ Panchita (norte) Ⓒ Panchita (norte) Alrededor de Carmen Alto 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. marginal suroeste Ⓒ S. central 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ Alrededor de Mina San Juan S. suroeste Ⓑ S. marginal oeste Alrededor de Mina San Juan S. suroeste S. marginal oeste Alrededor de Mina San Juan 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. sur Ⓒ S. noroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓐ S. este Ⓑ S. este Ⓒ S. este S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. marginal suroeste S. oeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. marginal noreste Ⓒ S. sur 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. marginal oeste Norte de Mina Diana Alrededor de Mina San Jose del Pingo hacia el sur
As	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ Panchita (norte) Ⓒ Alrededor de Carmen Alto 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. marginal norte Ⓒ Mina Tito Dos (sur) 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. sureste Ⓒ S. sureste S. noroeste S. suroeste S. oeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ Alrededor de Cerro Breadal Ⓒ al noroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. este Ⓒ S. este S. suroeste 		<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. norte S. sur Ⓒ S. marginal sureste S. noroeste S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. marginal oeste Ⓒ Mina Dudosa este~sureste
Mo	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ Panchita (norte) 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. central S. sur 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ Alrededor de Mina San Juan Ⓒ S. sureste S. noroeste S. suroeste 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. noroeste Ⓒ S. noroeste S. Cerro Breadal 	<ul style="list-style-type: none"> Ⓑ S. este Ⓒ S. este 			<ul style="list-style-type: none"> Ⓒ S. marginal oeste S. sureste

Tabla II-12 Valores estadísticos del análisis geoquímico de las áreas Nos. 4, 13 y 21

unidad : Au ppb, otros elementos: ppm

		Area No. 4	Area No. 13	Area No. 21
Densidad de muestr.		22,7 muestr./km ²	16,8 muestr./km ²	8,7 muestr./km ²
Tipo de muestra		Roca	Suelo	Sedimentos fluv.
Val. max.	Au	340	100	<20
	Ag	18	0.5	6.8
	Cu	2000	710	38
	Pb	—	—	65
	Zn	—	—	280
	As	1400	33	16
Val. min.	Au	<20	<20	<20
	Ag	<0.1	<0.1	<0.1
	Cu	<2	23	8
	Pb	—	—	10
	Zn	—	—	44
	As	<5	5	<5
Val. prom.	Au	<20	<20	<20
	Ag	<0.1	0.2	<0.1
	Cu	43.7	79.8	21.2
	Pb	—	—	16.3
	Zn	—	—	74.6
	As	81.3	12.7	6.7
Val. anom.	Au	≥40	≥40	—
	Ag	≥1.4	—	≥0.4
	Cu	≥247	≥166	—
	Pb	—	—	≥23
	Zn	—	—	≥133
	As	≥361	—	—
Nº. de anom.	Au	27	3	—
	Ag	11	—	2
	Cu	23	12	—
	Pb	—	—	11
	Zn	—	—	8
	As	17	—	—

3.3. Conclusiones para cada área.

Las conclusiones obtenidas por estudios geológico y geoquímico para cada área se resumen en la tabla # -13.

Tabla # -13 Resumen para cada área

Area	Resumen
Area 1	Se realizó un levantamiento geológico ante la posibilidad de existencia de un yacimiento de oro de tipo subvolcánico. Sin embargo las anomalías geoquímicas son bajas, y las leyes de afloramientos de vetillas de Qz-limonitas son también bajas. Por lo tanto son escasas las posibilidades de existir un yacimiento.
Area 2	La más importante de las 11 vetas reconocidas en este distrito, veta Santa Fé, que tiene muy baja ley de Au-Ag, localmente con alta ley de Cu. La densidad de vetas en el área es baja, y no se detectó ninguna anomalía geoquímica de importancia, por lo tanto hay muy pocas posibilidades de encontrar un yacimiento nuevo en esta área.
Area 3	En esta área existen varias vetas de Au y Cu. Sin embargo la densidad de vetas es muy baja. La veta explotada tiene 1-3 g/t Au de ley media, llegando localmente a 10 g/t. Además la erosión de la veta está muy avanzada, por lo tanto no se puede esperar un aumento del oro en profundidad. El estudio geoquímico nos detectó anomalías importantes. Por consiguiente sus expectativas son muy escasas.

<p>Area 4</p>	<p>En esta área se desarrolla una gran zona de alteración, con características muy similares a yacimientos de oro de tipo subvolcánico.</p> <p>La zona de alteración es de tipo ácida, con fluidos hidrotermales con fugacidad de S relativamente alta, y temperatura de homogenización de inclusiones fluidas en cuarzo variando entre 182-238°C. Estas características indicarían que esta zona reúne condiciones para la depositación de Au, sin embargo las leyes de las vetas de Qz-hernatita son menores de 20 ppb (límite de detección instrumental). Por lo tanto se puede deducir que los fluidos hidrotermales tenían muy bajo contenido de oro.</p>
<p>Area 5</p>	<p>Se puede pensar que el yacimiento Escondida, vetiforme, de Ag y Pb, tendría relación con la actividad ígnea del Terciario.</p> <p>La alteración hidrotermal asociada a este pequeño yacimiento es débil, como así también el fracturamiento, sólo se detectó anomalías geoquímicas de plata de clase A-C en el yacimiento mismo.</p> <p>Por lo tanto existen muy pocas posibilidades de existir un nuevo yacimiento.</p>

Area 6	En esta área se presentan aproximadamente 140 vetas de Qz-calcita. Sin embargo la mayoría de ellas son de cuarzo estéril localmente algunas vetas tienen minerales de Pb con Ag y de Zn y Cu. Además no hay cambio de ley a través de 550 m. de diferencia de cota, por lo tanto no se prevé un mejoramiento de la ley en profundidad.
Area 7	En esta área se presenta una zona de alteración similar a las áreas 1 y 4. Sin embargo las leyes de vetas de Qz-hematita son bajas. Además no se detectó anomalías geoquímicas; por lo tanto sus expectativas son muy bajas.
Area 8	Como resultado del estudio geoquímico se prevén pocas posibilidades de existir nuevos yacimientos, aparte del yacimiento El Soldado, en exploración. Este yacimiento tiene pocas reservas y pocas posibilidades de aumentarlas.
Area 9	En esta área se presentan varias zonas de alteración de pequeñas dimensiones con bajo grado de alteración. La mineralización existente es muy débil. Algunos rodados de vetas de cuarzo tienen leyes de Au no muy altas, pero sin embargo en las cercanías de estos rodados no se detecta, alteración ni anomalías geoquímicas importantes. Por lo tanto esta área no presenta mayor interés económico.
Area 10	En esta área existen los yacimientos Mariposa (Cu) y Dulia Gladys (Mn). El primero es de pequeñas dimensiones, y el segundo contiene sólo Mn, con escasas reservas. No se detectó anomalías geoquímicas de interés. Por lo tanto el área presenta pocas posibilidades.

<p>Area 11</p>	<p>En esta área existen yacimientos vetiformes de Au-Cu de pequeñas dimensiones y localmente altas de leyes de oro, estando en producción algunas de las vetas.</p> <p>Se detectó sólo anomalías de Au y Cu, que corresponden a los yacimientos ya conocidos.</p> <p>Por lo tanto no hay posibilidades de existencia de un nuevo yacimiento, y en los yacimientos existentes la zona de alta ley de oro es muy superficial.</p>
<p>Area 12</p>	<p>En esta área existen varias vetas de oro, cobre, localmente con leyes > 20 g/t Au. Sin embargo todas las vetas son pequeñas, y a escasa profundidad comienza la zona de cobre.</p> <p>Varias vetas están cortadas y desplazadas por fallas. Se detectaron varias anomalías geoquímicas de oro, especialmente en la parte oeste del área. En las cercanías de la zona de anomalías se puede esperar la existencia de yacimientos de oro con dimensiones y leyes similares a las existentes.</p>
<p>Area 13</p>	<p>En el estudio geoquímico preliminar de la fase I se encontró anomalía de oro y cobre en el sector este y oeste del área. Para estos sectores se realizó estudios geoquímicos en detalle en la fase II y se encontró una anomalía de oro en el sector este, y anomalía de oro-cobre en el sector oeste. Por lo tanto, en ambos sectores se puede esperar vetas de oro y cobre con dimensiones y leyes iguales o menores a las conocidas.</p> <p>Además, en la fase II se realizó una exploración mediante sondajes para conocer las características de las vetas en profundidad. Sin embargo no se encontró buena mineralización.</p>

<p>Area 14</p>	<p>En esta área se presentan varias vetas de oro-cobre con gran densidad de distribución a lo largo de las diaclasas del granitoide. Algunas vetas localmente tienen alta ley de oro que no se mantiene homogeniamente a lo largo de la corrida, y además a poca profundidad cambian a zona de cobre. Por consiguiente, no se puede esperar un yacimiento de grandes dimensiones, pero existen posibilidades de explorar zonas nuevas, en pequeña escala especialmente en el sector suroeste del área se puede esperar encontrar nuevo yacimiento por la existencia de anomalía geoquímica de cobre.</p>
<p>Area 15</p>	<p>Las vetas de Au y Cu que se presentan en esta área tienen baja ley de oro y alta ley de cobre. Se detectó anomalía geoquímica de cobre solamente.</p> <p>Los afloramientos de estas vetas corresponden a un nivel de erosión bastante profundo, por lo tanto no se puede esperar un aumento de la ley de oro en profundidad.</p>
<p>Area 16</p>	<p>Las vetas de Au y Cu que se presentan en esta área tienen una ley de oro un poco más alta que las del área No 15, con 6-8 g/t Au en los niveles superficiales; sin embargo en profundidad no continuarían estas leyes.</p> <p>En el estudio geoquímico se detectó anomalía de Cu en el saector suroeste, por lo tanto se pueden esperar nuevas vetas en este sector, pero con baja ley de oro.</p>

<p>Area 17</p>	<p>Las vetas de plata y cobre que se presentan en el sector Este del área se han formado a lo largo de diaclasas en diorita.</p> <p>El número de vetas es relativamente alto, pero sus dimensiones son pequeñas, y las leyes de Ag y Cu son bajas. En el estudio geoquímico se detectó anomalía de Ag de clase A ó B en las cercanías de las vetas conocidas. En el sector Oeste se concentran varias anomalías de Ag, de clase C, que no corresponden a vetas conocidas, pero su poca importancia no permite esperar la existencia de algún yacimiento.</p>
<p>Area 18</p>	<p>En esta área se encuentran dispersos varios yacimientos tipo estratoligados. Sin embargo el contenido metálico (Au,Ag,Cu,Pb,Zn) es bajo. Se detectó anomalías geoquímicas de cobre de clase C que corresponden a los yacimientos conocidos. Por lo tanto no se puede esperar encontrar un nuevo yacimiento.</p>
<p>Area 19</p>	<p>Los yacimientos de tipo estratoligado que se presentan en esta área están controlados por estratos de andesita con continuidad relativamente grande. El contenido metálico es sólo cobre, se encuentra a lo largo de fracturas y en vesículas de roca huésped, por lo que la ley del mineral " crudo " es baja. Localmente podría explorarse económicamente en pequeña escala, pero a mayor escala no lo permiten las bajas leyes y escasas reservas.</p>
<p>Area 20</p>	<p>En esta área existen varias vetas de oro y cobre, localmente con alta ley de oro (33 g/t). Sin embargo las leyes de oro son muy variables, con un promedio de 8 g/t. El número de vetas es reducido y se presentan dispersas en toda el área; por lo tanto el costo de producción sería muy alto para una exploración conjunta.</p> <p>En el estudio geoquímico no se detectaron anomalías importantes, por consiguiente no habría posibilidad de encontrar un nuevo yacimiento.</p>

Area 21	<p>En el sector este del área existen numerosas vetas de plomo argentífero y zinc, similares a las vetas de dimensión pequeña del área B. Algunas de ellas tienen una ley de Ag > 1000g/t, y en el estudio geoquímico se encontraron anomalías de Pb y Zn, por lo tanto hay alta posibilidad de desarrollo de vetas de dimensión pequeña con alta plata.</p>
Area A	<p>En esta área existen abundantes yacimientos de cobre de alta ley, de alta temperatura de formación.</p> <p>Estos yacimientos son vetiformes, pero genéticamente corresponden al tipo de reemplazo.</p> <p>El mineral principal es calcopirita y la ley de cobre de 3-4% en la parte norte del área. Hacia el sur la ley disminuye aproximadamente a 1%, aumentando en cambio la magnetita.</p> <p>Estos yacimientos tienen un promedio de 0,5 a 1,5 g/t de oro, y sólo trazas de otros metales.</p> <p>En el estudio geoquímico se encontraron abundantes anomalías de clase A-C, de Au, Ag y Cu, que corresponden todas a yacimientos conocidos.</p> <p>Las dimensiones de los yacimientos son relativamente grandes, y las leyes y potencias muy homogéneas a lo largo de la corrida. Los desarrollos y laboreos de exploración existentes son relativamente superficiales, por lo tanto hay bastantes posibilidades de desarrollo en profundidad, especialmente en la parte norte del área (minas Montecristo, Abundancia etc.). Sin embargo el trabajo en esta área sólo se efectuó durante la fase I, debido a problemas de propiedad minera.</p>

<p>Area del Distrito El Guanaco</p>	<p>En esta área existen yacimientos tipo stockwork de oro- cobre (Minas Inesperada) vetas de cuarzo- especialmente, zonas de alterción hidrotermal con silicificación- argilización y los yacimientos vetiformes de oro- cobre de El Guanaco.</p> <p>Los stockworks de oro-cobre tiene baja ley de ambos elementos, por lo tanto no tienen interés económico.</p> <p>Las zonas de silicificación- argilización se ubican en el sector sureste y oeste del área. Las del sector S E presentan silicificación y argilización débiles alrededor de un pórfido cuarcífero, sin mineralización. Las del sector W son de tipo ácido, con cuarzó, alunita y caolín, con vetas o stockworks de cuarzo-especularita; aunque las leyes de Au,Ag,Cu. son bajas, sin embargo las dimensiones de estas zonas son grandes (5x4 km.), por lo tanto, con un estudio más detallado existirían posibilidades de encontrar un yacimiento de interés.</p>
-------------------------------------	--

PARTE IV CONSIDERACIONES
GLOBALES DEL AREA DEL
PROYECTO

Capitulo 1. Características de la mineralización en el área del proyecto.

Como se mencionó anteriormente, en el área del proyecto se presentan varios tipos de yacimientos : vetiformes, estratoligados, stockworks, diseminados y zonas de alteración hidrotermal. A continuación se resumen las características de cada tipo.

1.1. Yacimientos tipo vetiforme.

Corresponden al tipo más numeroso dentro del área, encontrándose al W de la longitud 70 °W; la proporción entre los yacimientos de la zona oeste y los de la zona este es de 12:1. Ambas zonas se diferencian claramente en el tipo de metales.

En el sector oeste las combinaciones de metales son cobre, cobre-oro, plata-cobre, manganeso, hierro, níquel-cobalto, siendo las 2 primeros mucho más abundantes que el resto.

La mineralización característica de este sector es de oro-cobre (franja de mineralización oeste) en cambio el sector este se caracteriza por mineralización de plata (franja de mineralización este) la combinación de metales, de mayor a menor : plata (plomo - zinc), plata-cobre, oro-plata.

Franja de mineralización oeste

Se ubica a lo largo de la Cordillera de la Costa, continuando hacia el norte, fuera del área, por más de 300 km. La ley de oro promedio es de 5-8 g/t, localmente 10-20 g/t y raramente varias decenas de g/t. La ley de cobre promedio es de 1-2%, excepcionalmente algunos yacimientos de cobre masivo tienen 3-4%.

En los yacimientos de oro- cobre y plata-cobre de esta franja, en general disminuyen las leyes de oro- plata en profundidad, manteniendose constante la ley de cobre. Las leyes de plata son en general bajas, con algunas excepciones en yacimientos de plata-cobre.

Los principales minerales de mena son : oxidados de cobre y oro nativo en los niveles superiores (30-50 m. de profundidad), y calcopinita, bornita, calcisina y oro nativo en los niveles más profundos. El principal mineral de ganga es cuarzo, rara vez

calcitas; además, la mayoría de las vetas del área del proyecto tienen hermatita (especulativa) y pequeña cantidad de pírta. Algunos yacimientos de cobre (Montecristo, Abundancia) tienen actinolita y magnetita como minerales de ganga.

Las rocas huéspedes en los yacimientos de la franja oeste corresponden a granitoides del Jurásico y Cretácico mayoritariamente.

Franja de mineralización este

Está situada en el lado oeste de la Cordillera de Domeyko y en la Depresión Central con elongación norte-sur, extendiéndose fuera del área por más de 300 km. hacia el norte y más de 70 km. hacia el sur.

La ley de plata promedio es 100-500 g/t. La ley de oro, generalmente es < 1 g/t, raramente 10 g/t. Estos yacimientos tienen generalmente Pb/Zn, pero con leyes bajas.

Los principales minerales de mena son : galena argentífera, esfalerita, oxidados de cobre, calcopirita, polibasita, myrargierita y plata nativa.

Los principales minerales de ganga son cuarzo y hematita, escasamente calcita y baritina.

Los principales minerales de ganga son cuarzo y hematita, escasamente calcita y baritina.

Las rocas huéspedes son mayoritariamente andesitas del Cretácio superior - Terciario inferior, sin embargo algunos yacimientos están encargados en granitoides paleozoicos o rocas jurásicas.

Las fracturas mineralizadas corresponden en general a fallas y diaclasas, algunas a brechas hidrotermales.

Las vetas/fallas generalmente tienen gran corrida y gran potencia. La corrida promedio es 200-500 m., escasamente 2.000 m. La potencia promedio es 1m. , raramente 5-10m.

Las vetas en diaclasas generalmente tienen para corrida 100-300, con potencia < 1m., sin embargo la densidad de distribución de vetas de este tipo es grande.

Los sistemas de veta/falla son en general paralelos, en cambio los de veta/diacleasa forman una sola malla.

Las vetas de la zona este tienen orientación N/S y NNW/SSE, en cambio en la zona oeste son polidireccionales.

La alteración de la roca huésped en ambas franjas de

yacimientos es generalmente débil con un ancho de varios metros. Excepcionalmente el yacimiento de Cachinal de la Sierra, en la franja este, tiene alteración relativamente ancha, con halo de silirificación de 50m.

Los minerales de alteración son cuarzo, sericita, clorita y calcita.

El estudio de inclusiones fluidas permiten definir las siguientes características para este tipo de yacimientos :

Las temperaturas de formación no presentan diferencias entre las franja este y la franja oeste, dependiendo exclusivamente de cada yacimiento en particular. El cuarzo de temperatura promedio es 164-208 C . Los yacimientos de temperatura mas baja del área No 6 (franja este) y los de temperatura más alta corresponden a Cachinal de la Sierra. Los yacimientos de las áreas 13,21 y 22 tienen fracturas intermedias.

Las temperaturas indicadas son bajas en comparación a yacimientos similares en Japón y coinciden con las temperaturas de yacimientos epitermales del Neógeno del Japón (Enjoji y Takenouchi, 1976).

El amplio rango de variación de temperaturas se presenta en un mismo yacimiento. Por ejemplo, en una veta del área No.21 la temperatura varía 84 a 287 C , y en una veta del área No.6 varía de 86 a 384 C , lo cual indicaría un cambio brusco del carácter de los fluidos hidrotermales, p.e. por mezcla con agua subterránea.

Las temperaturas de los yacimientos con cobre masivo son en general altas, con promedio de 275-363 C , siendo lo mas común 350 C .

La salinidad promedio varía entre 1,0 y 9,1 wt%. No se reconocen diferencias en salinidad entre distintas localidades. Los yacimientos con baja salinidad corresponden a Cachinal de la Sierra, y con alta salinidad corresponden a Mina Unión.

Los yacimientos del área 6,13 y 21 tienen salinidades intermedias. Se observa también amplia variación de salinidad dentro de un mismo yacimiento, especialmente en el área No 6, desde 0,9 a 15,0 wt%; se supone que la causa de esta variación es la misma que la de la variación de temperatura.

1.2. Yacimientos tipo estratoligado

Este tipo de yacimientos tiene una distribución desigual, ubicándose solamente en el sector sur de la Cordillera de la Costa.

Solamente contienen cobre como metal útil y se encajan en secuencias andesitas basálticas del jurásico.

La mineralización se ubica en la parte superior autohechizada o porosa de las lavas, pero cuando se trata de una alternancia de piroclastos (en forma de stockworks y disseminaciones) sin extenderse hacia la cobertura de lavas.

Los yacimientos constan generalmente de varios estratos mineralizados separados por capas estériles. La forma del cuerpo mineralizado puede ser lenticular, estratiforme, chimenea, irregular, etc. Las dimensiones son de aproximadamente 500 m. de largo por 300 de ancho.

Los minerales de mena principales son oxidados de cobre, calcopinita y bornita.

Los minerales de ganga son cuarzo y calcita, generalmente en pequeña cantidad.

La ley de cobre en las vetillas es de 2-5%, pero la ley media del cuerpo mineralizado es de 0,5-1,5%.

La alteración de la roca huésped es en general débil, con silicificación cloritización, sericitización y carbonatización.

1.3. Yacimientos tipo stockwork - disseminación y zonas de Alteración Hidrotermal

- Este tipo de yacimientos tiene las siguientes características:
- Están acompañados por una gran área de alteración hidrotermal.
 - Alteración ácida con cuarzo, alunita, caolin, pirofitita.
 - Rocas huéspedes corresponden a secuencias volcánicas intermedias a félsicas, del Terciario Inferior.
 - Se distribuyen en la Depresión Central.

Representativo de este tipo es el yacimiento El Guanaco. En este tipo de yacimientos se incluyó las zonas de alteración hidrotermal, por la similitud de la alteración con la que presenta este yacimiento.

El yacimiento El Guanaco consta de varios cuerpos silicificados, conteniendo oro. El oro se presenta generalmente en vetillas de cuarzo o disseminados en el cuerpo silicificado.

Presenta una zona superior de oro y una inferior de cobre. La ley promedia de oro es de 5-10 g/t en la zona superior, localmente

100-400 g/t y 0.5-2 g/t en la zona inferior. Los minerales de mena son oro nativo, calcopirita, enargita, calcosina, covelina; los minerales de ganga son cuarzo, hematita, baritina, alunita, scorodita.

La alteración hidrotermal asociada presenta una zonación lateral, desde el interior al exterior, caracterizada por :

- Zona de cuarzo-alunita.
- Zona de caolín
- Zona de sericita-clorita

Las zonas de alteración que se presentan en las áreas 1,4 y 7 son similares a las de El Guanaco con presencia de cuarzo, hematita, y pequeña cantidad de pirita, en forma de veta, stockwork o disseminaciones; sin embargo, no se ha reconocido minerales útiles. Se detectaron notables anomalías de arsénico en estas áreas.

La temperatura de formación de estos yacimientos, en base al estudio de inclusiones fluidas, dió un promedio de 210 °C, tanto en el yacimiento El Guanaco como en las zonas de alteración. La salinidad en El Guanaco tiene un promedio de 3.8 wt%, y en las zonas de alteración 0.7 wt% (1 sola muestra).

Considerando estas características, estos yacimientos y zonas de alteración se habrían formado en ambiente ácido, relacionado al volcanismo de composición félsica del Terciario inferior.

Restaría por investigar las razones de por qué las zonas de alteración, si bien tienen el mismo tipo de alteración hidrotermal que El Guanaco, no presentan, o no se ha detectado hasta el momento mineralización útil.

Capítulo 2. Relaciones entre la mineralización y la estructura

Las principales estructuras en Chile forman un sistema NS que se extiende a través de la mayor parte del país.

Las estructuras geológicas generales del área de estudio pertenecen a este sistema y están controlados por él; sin embargo, existen también en el área estructuras locales, como pliegues y fallas, que tienen direcciones diferentes.

Los plegamientos afectan fuertemente las formaciones desde el Paleozoico hasta el Cretácico, siendo débiles en el Terciario.

Las fallas y estructuras corresponden a la falla de Atacama de dirección NS, y un número de estructuras con direcciones variables que tienen estrechas relaciones con la geología del área de estudio.

Como se ha descrito en la Parte I, Capítulo 2, las fallas y estructuras muestran grandes diferencias entre las partes occidental y oriental del área. La densidad de las estructuras es mayor en la primera, en una razón de 9:1. Por otra parte, en el área occidental predominan los granitoides, y en la oriental, las rocas volcánicas. De acuerdo con estos antecedentes, hay posibilidades de que existan muchos depósitos tipo veta en el área occidental, hasta los 70° long W.

La falla de Atacama es la mayor estructura del área; se extiende por varios cientos de km y alcanza un ancho de 4-5 km. Su actividad comenzó en el Cretácico y continúa actualmente.

El tipo de falla a la que pertenece la falla de Atacama no ha sido aclarado aún, aunque quizás responda a esfuerzos de tensión, colapsándose la porción central y constituyendo un graben.

En el área estudiada, la falla de Atacama pasa a través de una zona previamente ocupada por rocas granitoides, físicamente homogénea, donde las estructuras de tensión no se producen en gran escala debido a la dispersión de las tensiones.

Por otra parte, la falla de Atacama pasa, también, por una zona ocupada por rocas sedimentarias y volcánicas, de edad cretácica, en especial en la parte sur del área (S de la ciudad de Taltal). Por consiguiente, en esta área parecen haberse formado estructuras de gran escala, debido a la concentración de las tensiones. Esta distinción es muy importante con relación al emplazamiento de los depósitos minerales.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se desprende que las fracturas presentes en el sector occidental son numerosas, pero poco importantes; en cambio, las de la zona oriental, son menos numerosas, pero de gran escala.

Los yacimientos de tipo manto están controlados por la estratificación de la roca huésped: ellos se han formado elegidamente en la roca piroclástica suelta en el sector donde se distribuyen lavas y rocas piroclásticas.

En este caso cuando existe una capa compacta o fina (toba de grano fino y lava), ella se ha servido como capa protectora.

En donde se presenta solo acumulación de flujos de lava, los yacimientos se han formado en la parte superior de una lava, correspondiente a la parte más porosa. En este caso, la parte básica de la lava sobreyacente se ha servido como capa protectora.

En donde se presenta solo acumulación de flujos de lava, los yacimientos se han formado en la parte superior de una lava, correspondiente a la parte más porosa. En este caso, la parte básica de la lava sobreyacente se ha servido como protectora.

Como se mencionó anteriormente los yacimientos de manto están controlados por la estratificación de rocas volcánicas, por lo tanto ellos tienen una forma estratificada con concordancia al estrato.

Las zonas de alteración hidrotermal mencionadas anteriormente se distribuyen en línea recta en una franja amplia elongada N-S. Esta distribución estaría controlada por la actividad volcánica, de edad simultánea a ellas, controlada por la estructura principal con dirección N-S en Chile, por lo cual las zonas de alteración se han formado controladas por la estructura principal de Chile.

Capítulo 3. Nivel de emplazamiento de los yacimientos

En este capítulo se caracterizan los diferentes niveles de exposición de las zonas de mineralización estudiadas. Esto se efectúa en base al estudio del nivel de las formaciones mineralizadas y alteradas asociadas con el ambiente geológico en que se emplazan. De esta forma, se discute la posibilidad de éxito en la exploración de estas áreas, en el sentido vertical. En el ítem 1) se discuten los niveles de erosión directamente comparados con los niveles de exposición de las rocas ígneas

asociadas, y en el No 2, en base a las asociaciones mineralógicas, de alteración y mineralización, observadas en la vertical, en las diferentes áreas.

3.1. Niveles de erosión de las rocas asociadas

En base a la asociación especial con determinados tipos de rocas intrusivas, como también con su ambiente geológico, se han dividido los ambientes ígneos y agrupados los yacimientos del área, de acuerdo a la profundidad de emplazamiento y niveles de erosión expuestos:

1. Yacimientos asociados a rocas plutónicas tipo batolito (profundos).
2. Yacimientos asociados a rocas ígneas tipo " stock ", de textura porfírica (profundidad media).
3. Yacimientos asociados a cuerpos subvolcánicos (someros).
4. Yacimientos asociados a domos dacíticos (superficiales).

De acuerdo con esta clasificación, los yacimientos minerales del área estudiada se agrupan de la siguiente manera:

Categoría No 1: áreas Nos 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20 y A.

Categoría No 2: áreas Nos 2 y 3.

Categoría No 3: áreas Nos 5, 9(?) y B.

Categoría No 4: áreas Nos 1, 4, 7, 8(?), 18 y 19.

El área No 6 no se incluye en las categorías recién enumeradas, debido a que no está claro si la mineralización, presente en la granodiorita paleozoica, pueda corresponder, en realidad, a actividad ígnea postpaleozoica.

3.2. Niveles de mineralización por asociaciones mineralógicas y alteración

Como se muestra en la Fig. 1-5 de la Parte I, el sector este, corresponde a las zonas de Cu y Cu-Au y, parcialmente, a las zonas de Cu-Fe y Ni, Co. Estas asociaciones indican que los yacimientos del sector occidental se han formado a temperaturas más altas, por lo que el nivel de erosión sería más profundo que el del sector oriental.

Los yacimientos de oro se presentan en ambos sectores. En el sector oriental están acompañados por minerales de alteración, como cuarzo, alunita y caolín, principalmente. En cambio, en el sector occidental están acompañados por clorita y sericita, generalmente.

Lo dicho anteriormente indicaría que los yacimientos de oro del sector se habrían formado en niveles muy superficiales; en cambio, los del sector occidental, serían más profundos.

En la Fig. W-1 se indica la clasificación de la mineralización, por Utada (1977), de cada área por combinación de los minerales de alteración; es decir, que los yacimientos y la zona mineralizadas de las áreas Nos 1, 4, 7, 8, el Guanaco y B, corresponden a una zona ácida; en cambio, las áreas 2, 3, 5, 13, 14, 17, 20, 22 y 23 corresponden a una zona intermedia. Las áreas Nos 1, 4 y 7 están silicificadas fuertemente y están acompañadas por alunita abundante. Dentro de las áreas Nos 4 y 7, se presentan, parcialmente, diaspora y zunilita, como minerales ácidos de temperaturas altas, lo que significaría que el nivel de erosión de ellas sería un poco más profundo que en el área No 1 y el Guanaco.

La solución hidrotermal generalmente es ácida en profundidad baja; alcalina a intermedia, a gran profundidad. De acuerdo con esto, los yacimientos que corresponden a zonas ácidas tienen menor profundidad que las alcalinas a intermedias.

Resumiendo lo dicho anteriormente, los yacimientos que se presentan en el área estudiada, se pueden clasificar, de acuerdo al nivel de mineralización, de la manera siguiente:

- 1) 1) Yacimientos formados cerca de la superficie:
Areas Nos. 1, 4, 7, 18 y 19., 19 y el Guanaco
- 2) Yacimientos de posición intermedia: Areas Nos. B, 2, 3, 6(?),
8, 21, 22 y 23
- 3) Yacimientos de posición profunda: Areas Nos. A, 5, 9, 10, 11,
12, 13, 14, 15, 16, 17 y 20.

Zona acida	halloysita	caolinita	pirofilita	diaspora
	No.1	No.4		
		No.7		
	No.8			
	B			
Zona intermedia	montmorillonita	arcilla mixta	sericita	feldespato potasico
		No.2	(debil)	
Serie K		No.3		
		No.5	(debil)	
		No.6	(")	
		No.17	(")	
Serie Ca-Mg	montmorillonita	arcilla mixta	Propilita	
Zona alcalina	stilbita	heulandita chabasita	laumontita	wairaquita
Serie Ca				
Serie Na	mordenita	analcita	albita	

pH

Pro Utada (1977)

→ Temperatura

Fig. W -1 Clasificación de minerales de alteración hidrotermal

PARTE V CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES
PARA EL FUTURO

Capítulo 1. Conclusiones

Los estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales del área al sur de Antofagasta se realizaron durante 3 años y se concluye como siguiente ;

1) Este estudio empezó con la compilación de antecedentes, y efectuó el trabajo de terreno en 26 áreas, y de ellas se realizó la exploración mediante sondaje en 3 áreas, y en las áreas B y No.22-23 se continuaron los trabajos hasta la tercera fase.

Las conclusiones de los estudios de estas áreas son las siguientes :

Area B

En esta área se realizaron los estudios con los objetivos principales de reconocer la prolongación horizontal de las vetas principales, y de encontrar vetas nuevas de dimensión similar a las vetas principales. Y no se obtuvo ninguna mineralización económicamente favorable.

Sin embargo, se desarrollan numerosas vetas explotables de pequeña dimensión con bonanza de plata, aunque sea pequeña, en los alrededores de las vetas principales.

Area No. 22-23

① Existe una pequeña posibilidad de encontrar un yacimiento nuevo de dimensión similar a los yacimientos conocidos en el sector entre el yacimiento Unión y el de Atahualpa.

② A pesar de que existieran unos yacimientos nuevos, habrían sido erosionados en su parte superior.

2) Las conclusiones integradas de otras áreas son las siguientes :

Los yacimientos metálicos se distribuyen en dos franjas ; franja oeste y este, con el límite aproximado de 70° de longitud oeste entre ellas. La mayoría de los yacimientos se distribuye en la franja oeste con una proporción de 12 a 1.

Una franja oeste está ubicada a lo largo de la Cordillera de la Costa, con yacimientos vetiformes de metales principales de oro, cobre y plata, y estratoligados de cobre. Los de esta franja son relativamente antiguos y están emplazados a profundidad relativamente grande.

Una franja este está ubicada en el sector de la Depresión

Central a la Pre-Cordillera de Los Andes (Cordillera de Domeyko), con yacimientos vetiformes de metales principales de oro, plata y plomo. Los de esta franja son relativamente jóvenes y están emplazados a menor profundidad.

En general, los yacimientos de oro de la franja oeste son numerosos, de pequeña dimensión y con ley promedio de 8-10g/t de Au. Localmente se encuentran pequeñas bonanzas con ley promedio 10g/t de Au. En consecuencia, existe todavía la posibilidad de encontrar yacimientos nuevos de dimensión pequeña con una exploración detallada de las áreas Nos.11,12 y 14 etc.

Exclusivamente en la franja este se presentan numerosas zonas de alteración hidrotermal de composición ácida, relacionadas con el volcanismo del terciario. De ellas, las zonas de alteración hidrotermal en las áreas Nos. 1, 4 y 7 no se reconoció mineralización de oro. Sin embargo, sus características son similares a las del yacimiento el Guanaco y del yacimiento de sistema de alta sulfidización ("high sulfidation system") por Hedenquist(1987), por lo tanto es necesario darle atención en el futuro.

La cantidad de los yacimientos de plata en ambas franjas es pequeña, sin embargo, la dimensión de ellos es relativamente grande.

La potencialidad de existencia de este tipo de yacimiento no es alta, pero más alta en la franja este que la oeste.

Las vetas que se presentan en el área No.21, son pequeñas, pero algunas tienen localmente leyes de 1000g/t de plata, por lo tanto hay posibilidad de encontrar vetas para pequeña producción con estudio y/o exploración detallada en futuro.

Yacimientos de cobre de tipo masivo que se desarrollan en el área A en la franja oeste tienen generalmente dimensión grande con alta ley de cobre como los yacimientos de Montecristo y de Abundancia . El estudio del área A se suspendió por el problema de la propiedad minera , sin embargo , como se encuentran numerosos yacimientos en esta área, y todavía, quedan varios sectores favorables, por lo tanto se puede esperar un aumento de reservas minerales en esta área.

Otros yacimientos de cobre son pequeños y de baja ley.

Además de los metales mencionados anteriormente, se presentan manganeso, hierro, níquel y cobalto en la franja oeste y plomo y zinc en la franja este, sin embargo las leyes de estos metales son

bajas y no económicas.

Capítulo 2. Recomendaciones para el futuro

Basados en las conclusiones escritas anteriormente, se recomienda las siguientes :

1) Reconocer la prolongación de las vetas de cobre de tipo compacto que se desarrollan en el sector norte del área A (yacimientos Montecristo y Abundancia), y vetas paralelas a las vetas conocidas.

2) Buscar una zona de alteración hidrotermal de tipo ácido, relacionadas con la actividad volcánica del Terciario. Esta zona exclusivamente se presenta en la franja este, y hay posibilidad de encontrar una zona de alteración hidrotermal del mismo tipo, no conocida, dentro y fuera del área.

se recomienda detectar y/o revisar la zona de alteración hidrotermal utilizando nueva tecnología de interpretación de imagen LANDSAT, y estudiar en terreno según el resultado.

3) Explorar en detalle las vetas pequeñas que se ubican principalmente en el sector oeste de la falla inferida de dirección N-S en el área B.

4) Estudiar y/o explorar en el sector (áreas Nos. 11, 12, 14 etc.) donde se encuentran densamente vetas de oro, exclusivamente en la franja oeste.

REFERENCIAS

- Boric, R., Diaz, F., Maksaev, V., 1984 : Complemento Mapa Metalogénico II Región. Serv. Nac. Geol. Miner. / CORFO (Inédito), 12 Vols.
- CORFO, 1984 : Complemento Mapa Metalogénico II Región, Texto Resumido.
- CORFO, 1984 : Complemento Mapa Metalogénico II Región, Tomo X, X.
- CORFO-SERNAGEOMIN, 1983 : Mapa Geológico de la II Región, Proyecto Complemento Mapa Metalogénico II Región.
- ENAMI, 1980 : Estudio geológico, geoquímico, geofísico y evaluación de recurso del distrito argentífero Cachinal, II Región.
- Enjoji, M., Takenouchi, S., 1976 : Present and Future Researches of Fluid inclusions from Vein-Type Deposits. Mining Geol., Special Issue No. 7, p. 85-100.
- García, F., 1967 : Geología del Norte Grande de Chile, en Simposium sobre el Geosinclinal Andino, Soc. Chile, No. 3, p. 138, Santiago, Chile.
- Hedenquist, J.W. and Matsuhisa K. (traducción), 1987: Volcanic-related hydrothermal systems in the Circum-Pacific Basin and their potential for mineralization, Mining Geol. Vol. 35 (5) (en japonés).
- JICA, MMAJ, 1986 : Informe de estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales del área al sur de Antofagasta de la República de Chile, Fase I.
- JICA, MMAJ, 1987 : Informe de estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales del área al sur de Antofagasta de la República de Chile, Fase II.
- JICA, MMAJ, 1987 : Informe de estudios básicos sobre la exploración de recursos minerales del área al sur de Antofagasta de la República de Chile, Fase III.
- GSJ and SERNAGEOMIN, 1984 : Report of Research and Development Cooperation ITIT Projects No. 7911.
- Naranjo, J.A.; Puig, A., 1984 : Hoja Taltal y Chañaral, Regiones de Antofagasta y Atacama, Serv. Nac. Geol. Miner.
- Ulriksen, C., 1979 : Regional geology, geochronology and metallogeny of the Coastal Cordillera of Chile between 25° 30' and 26° 00' south. M.Sc. Thesis, Dalhousie Univ., p. 221, Canada.

